

PERPUSTAKAAN FTSP UH

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 05 OCT 2001

NO. JUDUL :

NO. INV. :

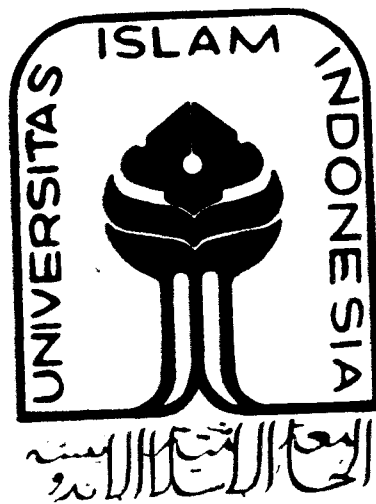
NO. INDUK :

580/TA/JTS

TUGAS AKHIR

5120001262001

PERILAKU LEKATAN TULANGAN DEFORM PADA BETON SERAT BENDRAT



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UH YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

Nama : Rina Kurniawati
No. Mhs. : 95310289

Nama : Winarni
No. Mhs : 96310 232

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PERILAKU LEKATAN TULANGAN DEFORM
PADA BETON SERAT BENDRAT



Disusun Oleh :

Nama : Rina Kurniawati
No. Mhs. : 95310289

Nama : Winarni
No. Mhs : 96310 232

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. Fatkhurrahman N,MT

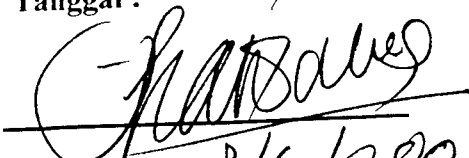
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Suharyatmo, MT

Dosen Pembimbing II


Tanggal :

20/6 2001


Tanggal :

8/6/2001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah* kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya, maka penyusun berhasil menyelesaikan tugas akhir dan menyusun laporan ini.

Tugas akhir ini merupakan syarat yudisium untuk memperoleh gelar sarjana dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada kesempatan ini, kami menjadikan karya tulis ini sebagai suatu proses belajar mempelajari, mengupas dan memberikan kesimpulan dari apa yang kami pelajari mengenai perilaku lekatan tulangan deform pada beton serat bendrat.

Dalam menyusun tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapat bantuan, bimbingan dari berbagai pihak, maka dari itu dalam kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. **Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D**, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. **Bapak Ir. H. Munadhir , MS**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. **Bapak Ir. Fatkhurrohman N,MT**,selaku Dosen Pembimbing I..
4. **Bapak Ir. H. Suharyatmo,MT**, selaku Dosen Pembimbing II.
5. **Bapak Ir. H. Kasam, MT**, selaku Dosen Tamu.

6. **Keluarga** tercinta yang memberikan dorongan dan doa restu selama kuliah sampai terwujud laporan ini.
7. Mas Daru dan Mas Warno, atas bantuannya selama pengerjaan di Laboratorium BKT JTS FT UII.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Kepada semua pihak yang tersebut diatas kami hanya dapat mendoakan dan berharap semoga segala bantuan baik moril maupun spirituil serta amal kebajikannya diterima Allah SWT.

Akhir kata besar harapan kami semoga tugas akhir ini bermanfaat khususnya bagi kami dan semua pihak yang membutuhkan pada umumnya. Semoga Allah SWT membalas semua amal dan kebaikan kita semua. Amin.....

Billahittaufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, April 2001-04-02

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	5
2.1.1. Penelitian Suparjo (1998).....	11

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Kuat Tekan Beton Normal / Beton Serat Bendrat.....	12
3.2. Kuat Tarik Beton Normal / Beton Serat Bendrat.....	12
3.3. Panjang Penyaluran dan Tegangan Lekat.....	13
3.4. Panjang Penyaluran Tulangan Baja Tarik Lurus.....	15
3.5. Panjang Penyaluran Tulangan Baja Tarik Berkait 90 °.....	16
3.6. Sifat Keruntuhan Lekatan.....	17
3.7. Beton Serat Bendrat.....	19
3.8. Hipotesa	19

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Umum.....	21
4.2. Pengumpulan Data.....	21
4.3. Analisis Data.....	22
4.4. Bahan dan Peralatan.....	22
4.4.1. Bahan.....	22
4.4.2. Peralatan	23
4.5. Benda Uji yang Digunakan.....	27
4.6. Proses Pembuatan Benda Uji.....	27
4.7. Metode Perawatan Benda Uji.....	31

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pemeriksaan agregat.....	32
5.2. Pengujian tarik baja.....	33
5.3. Pengujian desak beton.....	34

5.3.1. Pengendalian mutu pekerjaan beton.....	35
5.4. Pengujian tarik belah beton.....	36
5.5. Hasil uji pull-out.....	37
5.5.1. Panjang penyaluran yang digunakan.....	37
5.5.2. Beban maksimum pull-out.....	37
5.5.3. Tegangan lekat.....	39
5.5.4. Hubungan tegangan lekat dan slip	44
BAB VI KESIMPULAN & SARAN	
6.1. Kesimpulan.....	48
6.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton normal dan beton serat (Sudarmoko, 1993).....	10
Tabel 4.6.	Daftar sampel benda uji Pull-Out	28
Tabel 5.2.1.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	33
Tabel 5.2.2.	Tegangan leleh baja	33
Tabel 5.3.	Hasil pengujian desak beton	34
Tabel 5.3.1.	Perhitungan Kekuatan Tekan Beton Pada Umur 28 hari.....	35
Tabel 5.5.2.	Beban Maksimum pada Uji Pull-Out	38
Tabel 5.5.3.a	Tegangan lekat dan tegangan material yang terjadi.....	40
Tabel 5.5.3.b.	Nilai k.....	42
Tabel 5.5.3.c.	Gaya lekat maksimum rata-rata yang terjadi (P maks) dan Tegangan lekat maksimum rata-rata ($f_b maks$).....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tegangan radial pada batang <i>deform</i> (Kemp,1986).....	7
Gambar 2.2.	Mekanisme lekatan dalam potongan balok (Kemp,1986)..	8
Gambar 3.1.	Pengangkeran suatu batang (Wang & Salmon,1985)....	14
Gambar 3.2.	Panjang penyaluran batang kait bengkokan 90° (Mac Gregor, 1989).....	17
Gambar 3.3.	Retak pembelahan dan model keruntuhan pembelahan batas.....	18
Gambar 3.4.	Mekanisme kerusakan pada alur tulangan ulir (Park & Paulay, 1975).....	18
Gambar 4.1.	Universal Testing Material Shimatzu UMH30.....	26
Gambar 4.2.	sketsa benda uji <i>pull-out</i>	28
Gambar 5.5.3.	Hubungan tegangan lekat dan slip pada tipe tulangan.....	44
Gambar 5.4.4.a.	Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 20 cm.....	45
Gambar 5.4.4.b.	Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 30 cm.....	46
Gambar 5.4.4.c.	Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 40 cm.....	47

DAFTAR SIMBOL

- f_c = Kuat tekan maksimum(MPa)
- P = beban runtuh (N)
- A = luas penampang silinder, mm²
- f_t = Kuat tarik beton (MPa)
- f_c = Kuat tekan beton(MPa)
- f_{ct} = Kuat tarik belah(MPa)
- P = beban maksimum (N)
- L = panjang benda uji(mm)
- D = diameter benda uji (mm)
- L_d = Panjang penyaluran
- σ'_{au} = Kekuatan baja rencana (kg/cm²),
- σ'_{bk} = Kekuatan tekan beton karakteristik (kg)
- A_b = luas penampang batang tulangan baja (mm²)
- d_b = diameter nominal batang tulangan baja (mm)
- f_b = tegangan lekat

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pemeriksaan Pasir
Lampiran 2	Tabel Tegangan Regangan Baja
Lampiran 3	Tabel Desak Beton
Lampiran 4	Beberapa Variasi Tipe Serat
Lampiran 5	Mix Design dengan Metode ACI
Lampiran 6	Hasil Uji Pull-Out
Lampiran 7	Foto Penelitian

INTISARI

Pada perencanaan dan analisis struktur beton bertulang diharapkan batang tulangan baja dengan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. Namun tidak dapat dihindari pada saat komponen struktur beton bertulang bekerja menahan beban akan timbul tegangan lekat yang berupa shear interlock pada permukaan singgung antara batang tulangan dengan beton. Untuk mengurangi terjadinya shear interlock maka diperlukan lekatan yang baik antara beton dan tulangan. Lekatan yang baik dapat didukung dengan menggunakan tulangan ulir (deformed). Dengan penggunaan tulangan ulir, gaya tarik yang ditahan oleh tulangan deformed akan dipindahkan kebeton disekeliling tulangan dan akan menyebabkan retak pada daerah tonjolan. Keretakan yang terjadi dapat dicegah dengan menambahkan serat pada beton, yang berfungsi menahan retak terlalu dini.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (embedment length) pada beton serat. Serat yang digunakan yaitu serat bendrat dengan kandungan 1 % dari volume beton. Sebagai perbandingan kekuatan tulangan defom juga digunakan tulangan polos. Tulangan deformed menggunakan 2 jenis yaitu lurus dan kait 90° yang diharapkan dapat meningkatkan lekatan. Pengujian kuat lekat pada penelitian ini dilakukan dengan metode pull-out dengan 3 jenis variasi tulangan dan 3 macam penanaman. Masing-masing benda uji dibebani oleh gaya tarik pada tulangan sampai tulangan tersebut lolos dari silinder beton.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat desak silinder beton berkisar antara 34,1 Mpa - 45,02 Mpa dengan rata-rata 38,21 Mpa. Penambahan serat bendrat pada adukan beton akan meningkatkan kuat desak beton. Kuat lekat tulangan deformed pada uji pull-out lebih baik dibandingkan dengan kuat lekat tulangan polos yaitu 35,537-42,236 MPa. Semakin besar diameter tulangan yang diuji maka makin besar selip yang terjadi pada tulangan. Tetapi dengan bertambah besarnya tulangan, tegangan lekat yang terjadi akan lebih kecil. Pada saat beban tarik awal bekerja sampai dengan batas beban tarik maksimal selip yang terjadi dari ketiga variasi penanaman tulangan 20 cm, 30 cm dan 40 cm menunjukkan bahwa makin panjang penanaman tulangan maka makin kecil selip yang terjadi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat penting, berbagai bangunan baik bersifat struktural maupun non struktural banyak menggunakan beton sebagai bahan utama. Sebagai bahan bangunan beton memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Kelebihan tersebut antara lain dapat dibentuk sesuai keinginan, bahan bakunya relatif mudah didapat (pasir dan kerikil), mempunyai kuat tekan beton yang tinggi, tahan aus, rapat air, mudah dibentuk dan tidak memerlukan perawatan menerus setelah beton mengeras. Disamping kelebihan tersebut beton juga mempunyai kekurangan terutama karena sifatnya yang getas dan tidak mampu menahan tarik. Ketidakmampuan beton menerima tegangan tarik dapat diatasi dengan menambahkan baja tulangan, sehingga tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan menerima gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, beberapa peneliti terus berusaha memperbaiki sifat-sifat beton, yang antara lain menambahkan serat (*fiber*) ke dalam adukan beton. Penambahan serat baja pada adukan yang disebar merata

dengan acak, akan membuat beton beton terhindar dari retak-retak yang terlalu dini.

Dewasa ini jenis serat yang sering dipakai di luar negeri adalah serat baja (steel fiber) dengan bentuk beraneka ragam, yang bertujuan untuk meningkatkan pull-out resistance-nya. Di Indonesia konsep pemakaian serat baja pada adukan beton struktur bangunan teknik sipil belum dikenal dan dipakai dalam praktek. Salah satu penyebab utamanya adalah harganya yang mahal maupun ketergantungan yang berisiko tinggi bila harus mendatangkan dari negara lain. Alternatif penggunaan kawat bendrat sebagai pengganti serat tidak kalah bagusnya dari serat asli, sehingga membuka peluang untuk dikembangkan.

Kuat lekat tulangan yang sangat terkait terhadap aksi pembelahan yang timbul khususnya pada tulangan ulir (deformed). Bentuk permukaan tulangan bersirip dapat meningkatkan kuat lekat, akan tetapi akibat perpindahan dan bergeseknya permukaan tulangan beton menjadi retak. Beberapa parameter yang terkait seperti adesi antara beton terhadap permukaan tulangan baja dan gaya beton tekan terhadap tarikan yang terdapat pada baja deformed, dimana biasanya gaya ini akan dipengaruhi oleh kuat tekan beton. Selain itu gesekan permukaan baja dan beton di sekitarnya, yang disebabkan oleh perpindahan mikro tulangan tarik, menyebabkan peningkatan tahanan tarik sehingga mencegah peristiwa penggelinciran. Seluruh pengaruh dari parameter-parameter tersebut dikenal dengan lekatan (*bond*) yang dirumuskan dengan kuat tarik atau akar dari kuat tekan.

Dari beberapa hal tersebut di atas maka diperlukan suatu penelitian tentang kerjasama antara beton dan serat lokal dengan baja tulangan deformed, serat sebagai penguat yang memiliki lekatan atau adhesi yang diperlukan

1.2. Rumusan Masalah

Kuat tarik yang rendah pada beton menyebabkan terjadinya retak yang terlalu dini. Penambahan serat bendrat ke dalam adukan beton dapat meningkatkan kekuatan lekatan beton. Selain itu, kuat lekat beton juga dipengaruhi oleh diameter tulangan, penambahan kait pada ujung tulangan dan panjang penyaluran tulangan yang berbeda. Oleh karena itu perlu diteliti seberapa jauh pengaruh model tulangan deformed dan panjang penyaluran tersebut terhadap kuat lekat beton.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlampaui luas dan lebih terarah, maka diadakan batasan-batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Serat yang digunakan dalam adukan beton adalah serat bendrat spiral berdiameter 1mm dan panjang 80 mm.
2. Berat serat yang ditambahkan adalah 1% dari volume adukan beton.
3. Tulangan deformed yang digunakan berdiameter 13 mm, 19 mm dan 22 mm.
4. Variasi model tulangan adalah tulangan polos lurus, deformed lurus dan deformed dengan kait 90°.

5. Variasi panjang penyaluran tulangan adalah 20 cm, 30cm dan 40 cm.
6. Dimensi silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk panjang penyaluran 20 cm.
7. Dimensi silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 60 cm untuk panjang penyaluran 30 cm dan 40 cm.
8. Agregat kasar berupa split (batu pecah) berasal dari Clereng, agregat halus berupa pasir dari kali Boyong, semen yang digunakan Semen Gresik tipe I dan air dari laboratorium BKT UII.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian tentang perilaku lekatan tulangan baja deformed terhadap beton serat bendrat diharapkan diperoleh informasi atau masukan tentang kuat lekat dan efektivitas panjang penyaluran untuk kemungkinan aplikasi beton serat bendrat bertulang.

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perilaku lekatan antara tulangan baja deformed dan beton serat bendrat yang berhubungan dengan beban maksimal.
2. Membandingkan penggunaan tulangan baja polos dan baja deformed terhadap kuat lekat.
3. Mengetahui panjang penyaluran efektif pada beton serat bendrat.
4. Mengetahui pengaruh diameter tulangan baja deformed terhadap kuat lekat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Persyaratan dasar dalam struktur beton bertulang harus ada lekatan (*bond*) antara baja tulangan dan beton di sekelilingnya. Rekatan yang terjadi dianggap berlangsung sempurna sehingga dibawah beban kerjapun diasumsikan tidak ada selip antara baja tulangan relatif terhadap beton disekelilingnya. Selip relatif tersebut tidak akan mengakibatkan keruntuhan total dari balok. Pengangkeran mekanis pada ujung tulangan dapat digunakan untuk mendapatkan intergritas system, sehingga memungkinkan baja tulangan diangkerkan dengan jalan menanamkannya melewati titik dimana beban menimbulkan tarik maksimum, dengan jarak yang cukup untuk mengembangkan kapasitas tarik penuh batang tulangan.

Baja dan serat gelas/kaca mempunyai faktor-faktor prinsip penguat beton, yaitu kuat leleh, daktilitas dan lekatan yang cukup (Nawy, 1985). Kekuatan lekatan merupakan hasil dari parameter, yang antara lain adhesi antara beton dengan permukaan tulangan baja. Tegangan tarik yang relatif rendah di dalam tulangan polos akan timbul selip yang cukup menghilangkan adhesi pada lokasi yang berdekatan langsung dengan letak dalam beton, sehingga pergeseran relatif antara tulangan dan beton sekelilingnya hanya di tahan oleh gesekan sepanjang

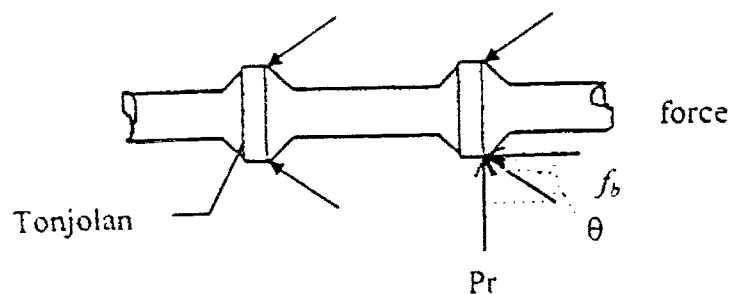
daerah selip. Batang tulangan *deformed* (ulir) dipasang untuk merubah perilaku dari yang mengandalkan luas permukaan atas gesekan dan adhesi (sekali pun masih ada) dan lebih mengandalkan ketahanan dari tonjolannya terhadap beton. Apa yang dinamakan keruntuhan lekatan (*bond failure*) dengan tulangan *deformed* dalam beton normal hampir selalu merupakan keruntuhan akibat terbelahnya beton. Peristiwa pembelahan adalah suatu tanda pertama dari hilangnya tegangan lekat dan dapat dianggap sebagai penyebab umum dari keruntuhan di dalam lekatan.

Beberapa masalah yang terkait tentang kuat lekat, Nawy (1985), secara ringkas menyatakan bahwa kuat lekat merupakan hasil dari berbagai parameter sebagai berikut:

1. Adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya (tulangan baja)
2. Efek memegang (*gripping*) sebagai akibat susut pengeringan beton di sekeliling tulangan, dan saling geser antara tulangan dengan beton di sekitarnya.
3. Tahanan gesekan (*friksi*) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tegangan tarik.
4. Efek kualitas beton, kuat tarik dan kuat tekan.
5. Efek mekanis penjangkaran ujung lingkaran, yaitu dengan panjang penyaluran (*development length*), panjang lewatan (*splicing*), bengkokan tulangan (*hooks*), dan persilangan tulangan.
6. Diameter, bentuk dan jarak tulangan karena kesemuanya mempengaruhi pertumbuhan retak.

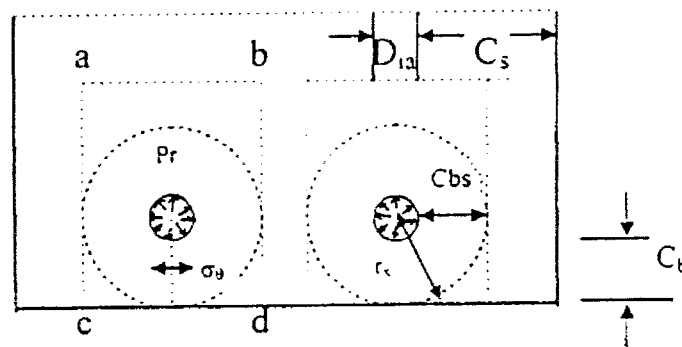
Kontribusi masing-masing faktor ini sangat sulit dipisahkan satu dengan yang lain. Efek saling geser, susut dan kualitas beton dapat dianggap sebagai faktor yang paling utama. Oleh karena hubungan yang rumit antar lekat, geser, dan momen, praktek perencanaan yang sekarang menggunakan sejumlah besar hasil percobaan penyelidikan. Umumnya beton normal kuat lekat berbanding langsung dengan $\sqrt{f_c'}$ (yaitu berbanding langsung dengan kuat tarik beton) dan berbanding terbalik dengan garis tengah tulangan (Wang dan Salmon, 1985)

Untuk memperbaiki dan memperbesar kuat lekat, dewasa ini telah dipakai tulangan yang memiliki tonjolan pada permukaannya (tulangan deformasian). Suparjo (1998) mengemukakan bahwa jenis tulangan deformasian dengan tonjolan datar pada permukaannya mempunyai kekuatan lekatan yang lebih baik daripada tulangan deformasian dengan tonjolan miring. Distribusi tegangan lekat sepanjang tulangan yang bertonjolan pada permukaannya lebih kompleks dan rumit. Gaya tarik yang ditahan oleh tulangan akan dipindahkan ke beton melalui tonjolan. Interaksi mekanis antara perkuatan dan beton sekitarnya bisa dibuat ideal seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tegangan radial pada batang *deform* (Kemp, 1986)

Dengan menganggap bahwa tegangan ledakan radial p_r terjadi disekitar batang tulangan sedangkan batang tulangan itu dalam keadaan tarik, maka sebanding dengan lekat f_b dan juga dengan menganggap bahwa pecahnya beton itu disebabkan oleh tegangan lekat dan selimut beton (*clear cover*) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Mekanisme lekatan dalam potongan balok (Kemp, 1986)

Luas "abcd" dalam Gambar 2.2. masing-masing ditentukan dengan menganggap bahwa tekanan internal p_r bekerja dalam lubang sirkuler dengan diameter D_{1a} dalam blok beton. Kemp (1986), menyatakan bahwa perilaku lekatan disekitar batang tulangan bisa ditunjukkan sebagai suatu pipa beton yang berdinding tebal dengan ketebalan dinding C_{bs} dan jari-jari r_c dan terkena tekanan internal sebesar p_r .

Tulangan baja harus mempunyai panjang penyaluran (penanaman) yang cukup untuk mencegah penggelinciran tulangan yang dapat mengakibatkan kegagalan tarik lekatan. Jika penanaman yang lurus tidak cukup untuk menyediakan panjang penyaluran yang diperlukan dari suatu tulangan tarik, atau

bila diinginkan untuk mempunyai kapasitas sepenuhnya dalam penanaman yang paling pendek, dapat digunakan pengakhiran yang berbentuk kait standar seperti yang didefinisikan dalam ACI (American Concrete Institute) 7.1 dan 7.2.

Untuk lebih memperbesar kemampuan lekatan serta untuk menghindari retak/pembelahan yang terlalu dini akibat daya tarik yang dipikul oleh tulangan yang dipindahkan ke beton melalui tonjolan. Maka di dalam adukan beton ditambahkan serat, yang dapat berupa serat bendrat. Serat sebagai salah satu bahan tambah beton dimaksudkan untuk menambah kuat tarik, mengingat kuat tarik beton sangat rendah yang berakibat beton mudah retak dan tahan benturan.

Hasil penelitian Suhendro (1990), telah menunjukkan bahwa kawat bendrat dengan panjang 60 mm dan diameter 1 mm, dapat dipakai sebagai bahan serat dengan tingkat perbaikan tidak kalah bagus dengan serat baja pabrikan. Disamping itu penambahan serat bendrat juga dapat meningkatkan kuat ultimit dan kekakuan $\pm 50\%$ terhadap beton normal (Suhendro, 1991). Jenis serat yang dipakai untuk memperbaiki sifat kurang baik dari beton menurut laporan ACI Committee 544, 1982, (dalam Sudarmoko, 1991) seperti pada **Lampiran 4**. Bahan yang dimaksud adalah baja (steel), plastik (polypropylene), kaca (glass), karbon (carbon) dan serat alamiah (natural fiber) seperti ijuk dan serat tumbuhan lainnya, juga bisa dipakai. Serat baja dan serat kaca lebih banyak dipakai untuk keperluan struktur disebabkan serat tersebut mempunyai faktor-faktor prinsip penguat beton, yaitu kekuatan leleh, daktilitas, dan lekatan yang cukup.

Suhendro (1991) telah memanfaatkan bahan lokal yang mudah didapat di Indonesia dan harganya murah, sebagai pengganti serat baja asli dari luar negeri. Bahan pengganti tersebut adalah berupa kawat bendrat yang dipotong-potong.

Suhendro (1991), menyimpulkan bahwa kawat bendrat pengganti serat tidak kalah bagusnya dari serat asli, sehingga membuka peluang untuk dikembangkan. Penambahan serat (Sudarmoko, 1993) dengan menggunakan bahan lokal (kawat bendrat yang dipotong sepanjang 8 mm) dengan konsentrasi serat 1% volume adukan memberikan konsentrasi yang paling mendekati optimal dari sudut tinjauan terhadap kuat tekan dan kuat tarik, dimana pada konsentrasi tersebut kuat tekan dan kuat tarik berturut-turut mencapai 42,85 Mpa dibandingkan 34,22 Mpa (125,2 %) dan 3,34 Mpa dibandingkan 3,92 Mpa (147,6 %) jika tanpa serat, lihat tabel 2.1.

Sudarmoko (1993), mengemukakan bahwa penambahan kawat bendrat sebesar 1% dari volume adukan dapat meningkatkan kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastik. Nilai optimal didapat panjang serat adalah 80 mm.

Tabel 2.1. Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton normal dan beton serat (Sudarmoko, 1993)

No.	% serat	Panjang serat	Kuat tekan silinder 28 hari		Kuat tarik silinder 28 hari	
			Mpa	%	Mpa	%
1	0,0	0	34,22	100	3,34	100
2	1,0	60	41,66	121,7	4,72	141,3
3	1,0	80	42,85	125,2	4,93	147,6
4	1,0	100	42,79	125,0	4,91	147,2

Soroushian, dkk (1994), memperlihatkan bahwa penambahan serat baja pabrikan, dengan beberapa volume fraksi serat yang dicoba, penambahan 1 % volume beton akan memberikan kuat tekan dan kuat tarik optimal.

Di bawah ini juga akan dijelaskan sedikit mengenai penelitian terdahulu :

2.1.1. Penelitian Suparjo (1998)

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti ini mengenai *Perilaku Lekatan Tulangan Deform pada Beton Serat*. Pada penelitian ini mencoba meneliti perilaku tegangan lekat pada struktur beton serat bertulang dengan batang tulangan baja. Peneliti mencoba membandingkan kekuatan lekatan tulangan beton berserat dan tanpa serat. Dua metode pengujian yaitu metode *pull-out* dan metode semi beam. Masing-masing benda uji dibebani gaya tarik pada tulangan sampai tulangan tersebut tercabut dari balok beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat dalam adukan beton meningkatkan kuat tekan, kuat tarik, kuat lekat dan tegangan lekat terhadap beton normal. Suparjo mengusulkan agar dilakukan penelitian dengan menggunakan diameter yang berbeda.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kuat Tekan Beton Normal/Beton Serat Bendrat

Kuat tekan beton normal/beton serat baja lokal ditentukan sebagai tegangan normal dan tekan maksimum dari pengujian tekan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Kuat tekan maksimum menurut Suparjo (1998) dihitung dengan rumus :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

dengan :

f_c' = Kuat tekan maksimum(MPa), P = beban runtuh (N),

A = luas penampang silinder (mm²).

3.2. Kuat Tarik Beton Normal/Beton Serat Bendrat

Kuat tarik bahan beton menurut SNI-03-2847-1992 adalah :

$$f_t = 0,50 \sqrt{f_c'} - 0,60 \sqrt{f_c'} \text{ (Mpa), untuk beton normal} \quad (3.2)$$

$$f_t = 0,40 \sqrt{f_c'} - 0,50 \sqrt{f_c'} \text{ (Mpa), untuk beton ringan} \quad (3.3)$$

Untuk beton serat kuat desak meningkat sekitar 10% dibanding beton normal, dan kuat tarik beton serat meningkat $\pm 50\%$ (Suhendro,1994).

Peningkatan kuat tarik yang cukup besar pada beton serat, maka Suhendro mengusulkan kuat tarik beton serat adalah 150% beton normal :

$$f_t = 0,75 \sqrt{f'_c} - 0,90 \sqrt{f'_c} \text{ (Mpa)}. \text{ Rumus usulan beton serat} \quad (3.4)$$

dengan :

$$f_t = \text{Kuat tarik beton (MPa)}, \quad f_c = \text{Kuat tekan beton (MPa)}$$

Kuat tarik beton yang dihasilkan dengan uji belah beton silinder (*Split cylinder test*), menurut SK SNI M-60-1990-03, kuat tarik belah benda uji dihitung sampai dengan ketelitian 0,05 MPa dengan menggunakan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.5)$$

dengan :

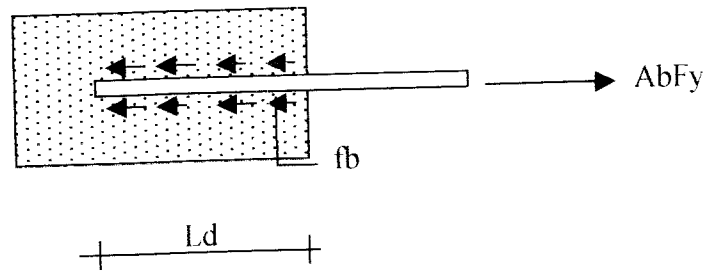
$$f_{ct} = \text{Kuat tarik belah (MPa)}, \quad P = \text{beban maksimum (N)}$$

$$L = \text{panjang benda uji (mm)}, \quad D = \text{diameter benda uji (mm)}$$

Dilihat dari perbandingan rumus antara kuat tarik beton normal terhadap beton serat, beton serat memiliki kuat tarik lebih baik dari pada beton normal.

3.3. Panjang Penyaluran dan Tegangan Lekat

Panjang penyaluran didefinisikan sebagai panjang penanaman yang dibutuhkan untuk mengembangkan tegangan leleh baja tulangan (Istimawan, 1994). Konsep dasar panjang penyaluran adalah memperhitungkan suatu batang yang ditanam dalam suatu massa beton (Gambar 3.1.).



Gambar 3.1. Pengankeran suatu batang (C.K. Wang,1986)

Tegangan lekat dikalikan keliling penampang tulangan yang ada didalam beton sama dengan tegangan leleh baja dikalikan luas penampang tulangan.

$$f_b \pi d_b L_d = f_y \pi \frac{d_b^2}{4} \quad (3.6)$$

L_d = Panjang penyaluran (mm), f_b = Tegangan lekat, MPa

f_y = Tegangan leleh baja (Mpa), d_b = diameter nominal batang tulangan baja (mm)

Dari persamaan 3.6 dapat diperoleh rumus tegangan lekat

$$f_b = \frac{f_y \cdot d_b}{4L_d} \quad (3.7)$$

sedangkan tegangan lekat yang terjadi pada benda uji adalah :

$$f_b = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot L_d} \quad (3.8)$$

nilai f_b dalam kaitannya dengan beban maksimum P adalah :

$$P = \pi d L_d f_b \quad (3.9)$$

Dari berbagai eksperimen telah dibuktikan bahwa kekuatan lekat f_b yang terjadi merupakan fungsi kekuatan beton (Nawy,1990), yaitu :

$$f_b = k \sqrt{f_c'} \quad (3.10)$$

dengan k adalah konstanta. Dari persamaan 3.9 dan 3.10 dapat dihitung nilai k .

$$k = \frac{P}{\pi d_b l_d \sqrt{f_c'}} \quad (3.11)$$

3.4. Panjang Penyaluran Tulangan Baja Tarik Lurus

Untuk batang polos lurus menurut PBI (1971) :

$$L_d = 0.14 \frac{A \sigma_{au}^*}{\sqrt{\sigma_{bk}}} \geq 0.03 d \sigma_{au}^* \quad (3.12)$$

Dengan : σ_{au}^* = Kekuatan baja rencana (kg/cm²),

σ_{bk} = Kekuatan tekan beton karakteristik kubus (kg/cm²)

Panjang penyaluran menentukan tahanan terhadap tergelincirnya tulangan. SK SNI T-15-1991-03 Pasal 3.5.2 menentukan bahwa panjang penyaluran L_d untuk batang tulangan baja tarik deformed dan tulangan baja rangkai las adalah sebagai berikut (Untuk batang deformed lurus) :

L_d = Panjang penyaluran dasar (l_{db}) x faktor modifikasi

dengan :

$$l_{db} = \frac{0.02 A_b f_y}{\sqrt{f_c'}} \quad (3.13)$$

l_{db} dalam mm, dan tidak boleh kurang dari $0.06 d_b f_y$, sedang f_y dan f_c' dalam MPa.

di mana, A_b = luas penampang batang tulangan baja (mm²)

d_b = diameter nominal batang tulangan baja (mm)

faktor modifikasi untuk $f_y > 400$ MPa adalah $(2 - (400 / f_y))$.

3.5. Panjang Penyaluran Tulangan Baja Tarik Berkait 90°

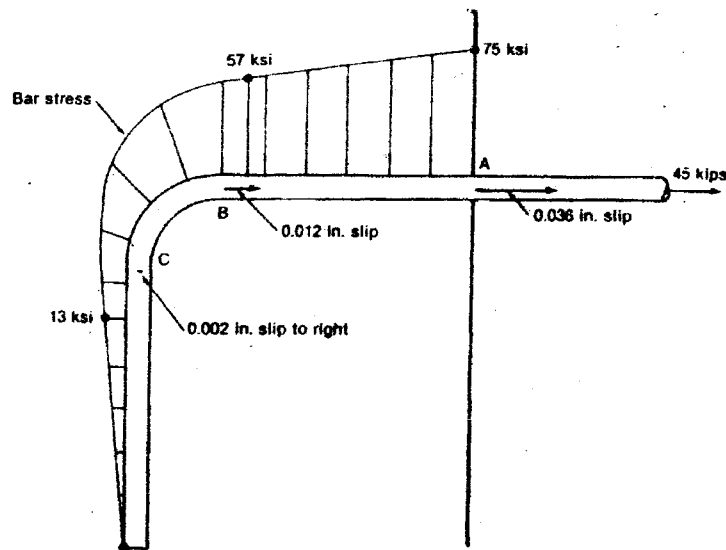
Apabila karena suatu hal pelaksanaan panjang penyaluran yang diperlukan untuk batang tulangan tarik tidak mungkin untuk dipasang karena keterbatasan ruang misalnya atau bila diinginkan untuk mendapatkan kapasitas penuh dalam penanaman yang paling pendek, maka sebagai penggantinya perlu diusahakan sistem penjangkaran mekanis di ujung-ujung batang tulang yang dapat berupa kait atau bengkokan.

Peraturan SK SNI T-15-1991-03 menyatakan langsung panjang penyaluran l_{dh} (Gambar 3.3) yang diperlukan untuk menyalurkan f_y dalam batang kait. Sebagaimana ditentukan dalam pasal 3.5.5, panjang penyaluran dasar l_{hb} yang dibutuhkan untuk mengembangkan kuat luluh f_y dalam batang kait diukur dari lokasi timbulnya kuat luluh ke sisi luar ekstrim kait, sebagai berikut :

$$l_{hd} = \frac{100d_b}{\sqrt{f_c'}} \longrightarrow \text{untuk } f_y = 400 \text{ MPa} \quad (3.14)$$

faktor modifikasi untuk kuat leleh f_y selain 400 MPa adalah $(f_y/400)$

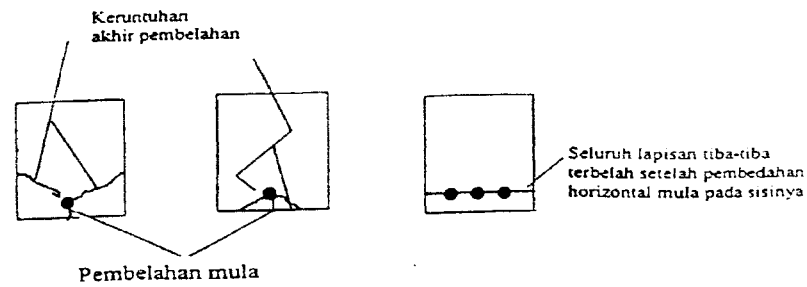
Pada Gambar 3.2. tampak bahwa tegangan maksimum terjadi pada ujung batang tulangan. Tegangan yang terjadi pada bengkokan semakin kecil. Jadi bengkokan/kait pada batang tulangan tidak berpengaruh banyak terhadap tegangan yang terjadi.



Gambar 3.2. Panjang penyaluran batang kait bengkokan 90° (Mac Gregor, 1992)

3.6. Sifat Keruntuhan Lekatan

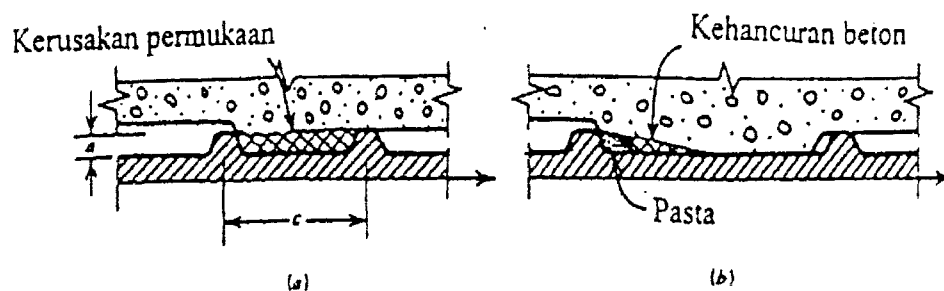
Salah satu aspek penting dari kuat lekat adalah efek terjadinya rekatan, yang akhirnya dapat menimbulkan keruntuhan struktur beton bertulang. Penggunaan batang tulangan deformed dimaksudkan untuk menambah tahanan tulangan terhadap gaya tarik yang bekerja terhadapnya, yaitu dengan mengandalkan tahanan tonjolan terhadap beton. Keandalan tahanan tonjolan tulangan deformed ini, keruntuhan lekatan (bond failure) dalam beton berbobot normal hampir selalu merupakan keruntuhan akibat beton terbelah (Wang dan Salmon, 1986). Di dalam pola keruntuhan pembelahan ini beton terbelah menjadi 2 atau 3 bagian karena aksi baji (*wedging*) dari alur terhadap beton.



Gambar 3.3. Retak pembelahan dan model keruntuhan pembelahan batas.

Hubungan penambahan lekatan (*bond slip*) bila terkena beban untuk batang ulir terutama dipengaruhi oleh perilaku beton yang berada di sekitar bagian depan tonjolan. Mekanisme kerusakan yang terjadi pada beton dan batang tulangan antara dua buah tonjolan yang berdekatan diperlihatkan dalam Gambar 3.3.

Berdasarkan persyaratan yang ditetapkan dalam ASTM A305 (dalam Park & Paulay, 1975) maka keadaan yang paling mungkin terjadi adalah optimalnya komponen f_b pada kuat lekat arah longitudinal (lihat Gambar 3.5.). Hal ini didasarkan pada nilai yang ditetapkan ASTM A305 lebih kecil dibandingkan dengan hasil percobaan terdahulu yang menyatakan untuk $a/c < 0,10$ maka komponen longitudinal f_b yang akan berpengaruh terhadap kuat lekat.



Gambar 3.5. Mekanisme kerusakan pada alur tulangan ulir (Park & Paulay, 1975)

Park & Paulay (1975), menjelaskan apabila jarak antara alur itu lebih besar dibandingkan dengan 10 kali ketinggian tonjolan ($a/c < 0,10$), maka beton yang sebagian hancur membentuk jepit di bagian depan tonjolan, dan kerusakan itu mungkin terjadi karena pecahnya sekitar beton. Meskipun kedua kerusakan itu mungkin terjadi, namun berdasarkan persyaratan yang ada menunjukkan bahwa kerusakan tipe (a) tidak boleh terjadi.

3.7. Beton Serat bendrat

Beton serat (*fiber reinforced concrete*) menurut ACI Comitee yaitu merupakan campuran dari konstruksi bahan beton yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar dengan serat (*fiber*). Ide dasarnya adalah menulangi beton dengan serat yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi yang random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Dengan tercegahnya retakan-retakan yang terlalu dini, kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan (tarik dan lentur) yang terjadi akan jauh lebih besar.

3.8. Hipotesa

1. Penggunaan tulangan deformed diperkirakan akan memberikan kenaikan tegangan lekat lebih besar dibandingkan dengan tulangan polos.
2. Semakin besar diameter tulangan yang diuji maka makin besar selip yang terjadi pada tulangan.

3. Akan diperoleh panjang penyaluran yang efektif dari pengaruh pembengkokan tulangan dan diameter tulangan baja deformed.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Hasil akhir dari suatu penelitian ditentukan oleh metode yang digunakan pada penelitian tersebut. Penelitian dapat berjalan dengan sistematis dan lancar serta mencapai tujuan yang diinginkan tidak terlepas dari metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, alat dan jenis penelitian.

Berikut ini akan diuraikan metode penelitian yang digunakan mengenai cara pengumpulan data, analisis data, bahan dan peralatan yang digunakan, benda uji yang digunakan, metode perancangan adukan beton dan metode perawatan benda uji.

4.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang diperlukan diperoleh dari percobaan, pengamatan dan perhitungan langsung di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil UII, Yogyakarta.

4.3. Analisis Data

Setelah data yang diperlukan cukup maka dilakukan analisis data, yaitu dengan perhitungan langsung dari data laboratorium dengan menggunakan rumus

yang ada untuk menentukan kuat desak, kuat tarik, modulus elastisitas beton dan lekatan benda uji pull-out.

4.4. Bahan dan Peralatan

4.4.1. Bahan

1. Semen

Semen sebagai bahan pengikat adukan beton dipilih Portland Cement (PC) tipe I merek Gresik (produksi pabrik semen Gresik). Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong 50 kg, tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan.

2. Bahan Batuan

- a. Pasir, pada penelitian ini diambil dari Sungai Boyong, Sleman, Yogyakarta. Sebelum dipakai sebagai benda uji, pasir diuji untuk mengetahui kelayakan dan data teknis meliputi gradasi pasir dan kandungan lumpur.
- b. Kerikil yang digunakan berasal dari Clereng, sedangkan batu yang dipakai berasal dari sungai Krasak, Sleman, Yogyakarta dengan diameter maksimum $3/4$ inch (19 mm).

3. Air

Air berasal dari jaringan air bersih Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII. Pemakaian air tidak diuji secara khusus, sebab secara visual dan berdasarkan penelitian sebelumnya air di Laboratorium BKT telah memenuhi syarat untuk material penyusun beton.

4. Baja Tulangan

Pada penelitian ini dipergunakan baja dengan satu variasi bentuk deform (BJTD) dengan ulir sirip datar dengan kode produksi H (Hanil), dan baja tulangan polos (BJTP) Kedua jenis baja tersebut berdiameter 13mm, 19mm, dan 22mm

5. Serat (fiber)

Bahan tambah berupa serat local yang dipakai berupa kawat bendrat, yaitu kawat untuk tali pengikat tulangan baja dengan diameter ± 1 mm yang dibuat khusus berbentuk dan dipotong-potong sepanjang 8 cm sehingga mempunyai aspek rasio (l/d) = 80. Volume serat yang ditambahkan dalam adukan sebesar 1% dari volume adukan.

4.4.2. Peralatan

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk mempersiapkan material dan benda uji untuk pengujian. Peralatan yang dipakai tersebut berada di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII.

1. Saringan / Ayakan

Saringan ini dipakai untuk memperoleh diameter kerikil 5-10 mm dan 10-20 mm. Ayakan terdiri dari empat susun ayakan sehingga didapatkan empat jenis diameter kerikil. Dari beberapa diameter kerikil tersebut hanya digunakan yang mempunyai ukuran seperti dalam penelitian, yaitu 20 mm ; 10 mm ; 4,8 mm dan 2,4 mm.

2. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun beton (semen, pasir, kerikil, dan air), serat serta bahan uji berupa silinder. Dalam penelitian ini digunakan :

- a. Timbangan merek Fagani, kapasitas 150 kg.
- b. Timbangan merek Ohaus, kapasitas 20 kg dan 5 kg.

3. Mesin aduk beton (rotating drum mixer)

Mesin ini digunakan untuk mengaduk bahan susun beton seperti semen, kerikil, air dan bahan tambah serat. Kecepatan putaran dapat diatur sehingga memudahkan bahan susun beton diaduk menjadi campuran yang homogen.

4. Mesin Uji Desak Beton

Mesin uji desak merek Control kapasitas 2000 KN, digunakan untuk menguji kuat desak dan tarik belah silinder beton. Dalam pengujian tarik belah silinder beton direbahkan sehingga bidang kontak ada pada sisi selimut silinder tersebut. Untuk mengetahui perpindahan pada pengujian silinder beton, digunakan alat strainometer, yang dapat menunjukkan suatu angka pada tiap tingkat pembebanan, dimana tujuannya adalah untuk memperoleh hubungan tegangan-regangan sehingga dapat diketahui nilai modulus elastisitas beton.

5. Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan silinder, ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Untuk mencetak benda uji dengan panjang penanaman 30 cm dan 40 cm, cetakan silinder ditumpuk sehingga ukuran

diameter silinder 15 cm dan tinggi 60 cm. Cetakan silinder terbuat dari bahan logam yang sisi-sisinya dapat dilepas satu sama lain.

6. Kerucut Abrams

Pengukuran kelecakan adukan beton dalam percobaan slump (slump test) digunakan kerucut abrams. Kerucut yang berlubang pada kedua ujungnya mempunyai diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm, serta tinggi 30 cm. Alat ini juga dilengkapi dengan tongkat baja berdiameter 1,6 cm, panjang 60 cm serta bagian ujung tongkat dibulatkan.

7. Mistar dan Kaliper

Mistar dipakai untuk mengukur penurunan beton segar pada pengujian slump, sedang kaliper digunakan untuk mengukur diameter serat dan dimensi benda uji.

8. Stop Watch

Pengukur waktu (stop watch) dipakai untuk mengukur waktu lamanya pengadukan beton, pengujian kuat desak beton, kuat tarik belah dan pengujian pull-out.

9. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan untuk membuat adukan beton. Kapasitas gelas ukur yang digunakan adalah 1000 cc, 250 cc dan 50 cc.

10. Strainometer

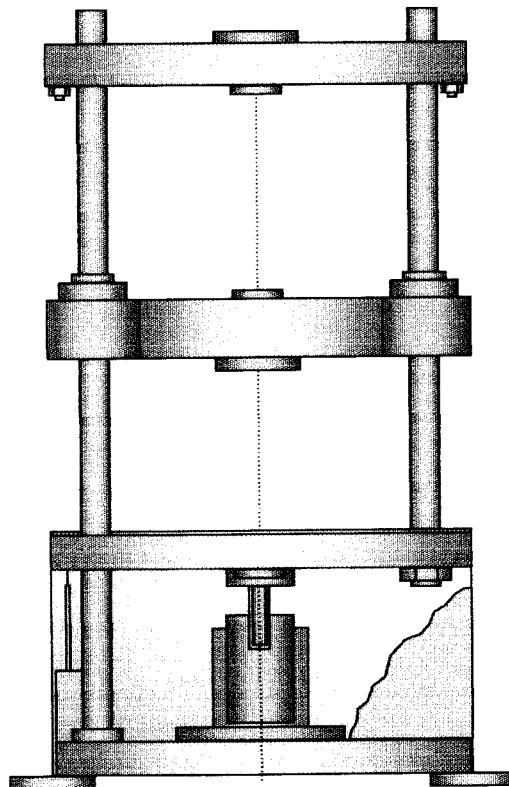
Data perpendekan pada pengujian tekan beton digunakan alat strainometer. Alat ini menunjukkan suatu angka pada setiap tingkat pembebanan.

11. Dial Gauge

Besarnya slip yang terjadi antara tulangan dan beton dapat diketahui dengan memakai alat dial gauge. Tingkat ketelitian yang dapat terbaca adalah 0,01 mm.

12. Mesin Uji Tarik

Mesin uji kuat tarik digunakan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan. Selain itu mesin ini juga digunakan dalam pengujian pull-out. Dalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Material* (UTM) merk SIMATZU type UMH 30 dengan kapasitas 30 ton.



Gambar 4.1. Universal Testing Material Shimadzu UMH30

4.5. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan perincian sebagai berikut :

- a. Sampel silinder desak beton : 8 buah
- b. Sampel silinder tarik belah beton : 1 buah.
- c. Sampel silinder benda uji pull-out : 54 buah dengan variasi sebagai berikut :

4.6. Proses pembuatan benda uji

Benda uji dibuat dengan memperhitungkan secara teliti untuk menghindari resiko kegagalan serat untuk menjaga validitas data. Rancangan benda uji perlu dipelajari perkiraan perilaku benda uji selama pengujian (mengacu pada referensi) serta data kekuatan mutu dari bahan.

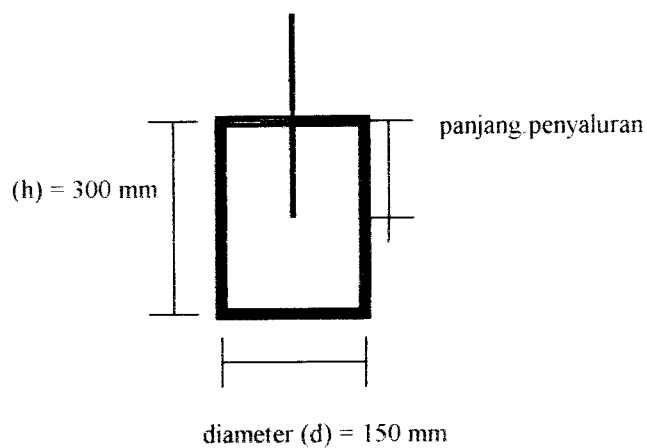
Proses pembuatan benda uji antara lain :

- a. Penentuan dimensi benda uji

Dimensi benda uji, kapasitas alat uji, kemudian pelaksanaan serta dari segi ekonomis dari penelitian menjadi para meter tertentu. Dengan berbagai pertimbangan dan efisiensi maka dibuat benda uji sebagai berikut:

Tabel 5.6. Daftar sampel benda uji Pull-Out

No.	Variasi	Keterangan	Uji tarik			Uji tekan	Kode
			D13	D 19	D 22		
1.	Tulangan Polos Lurus	Penanaman 20 cm	2	2	2	1	TPL 2
		Penanaman 30 cm	2	2	2	1	TPL 3
		Penanaman 40 cm	2	2	2	1	TPL 4
2.	Tulangan Deform Lurus	Penanaman 20 cm	2	2	2	1	TDL 2
		Penanaman 30 cm	2	2	2	1	TDL 3
		Penanaman 40 cm	2	2	2	1	TDL 4
3.	Tulangan Deform 90°	Penanaman 20 cm	2	2	2	1	TD9 2
		Penanaman 30 cm	2	2	2	1	TD9 3
		Penanaman 40 cm	2	2	2	1	TD9 4

Gambar 4.2. sketsa benda uji *pull-out*

b. Perancangan Adukan Beton Benda Uji

Perancangan adukan beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain dapat diuraikan sebagai berikut (Tjokrodimulyo, 1992): kuat tekan tinggi, mudah dikerjakan, tahan lama, murah, tahan aus. Pada penelitian ini perancangan adukan beton menggunakan metode ACI dengan penambahan serat bendrat ke dalam adukan beton adalah 1% dari volume adukan. Mix design secara terperinci dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

c. Pencoran benda uji

Cetakan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Selama pencoran dijaga agar tidak terjadi rongga dengan cara melakukan pemadatan. Pada setiap pengecoran diambil satu sampel untuk uji desak, sehingga diketahui kuat desak beton. Dalam setiap pengadukan dilakukan usaha untuk menjaga kualitas masing-masing pencoran relatif sama berupa :

- 1). Penimbangan material dilakukan dengan cermat.
- 2). Perhitungan waktu pemadatan dan pengadukan dibuat serata.
- 3). Slam adukan beton dibuat relatif sama.

d. Pengujian benda uji

Setelah semua prosedur dilakukan dan benda uji berumur 28 hari maka pengujian benda uji dilaksanakan.

1. **Pengujian kuat desak**, dilakukan terhadap kubus silinder beton. Benda uji ditekan menggunakan mesin uji desak (*compression testing machine*). Beban yang memecahkan (P) dibagi dengan luas sisi yang terdesak (A) diperoleh kuat tekan beton tersebut. Pada setiap pengujian

dilakukan pembacaan pada strainnometer untuk mendapatkan data perpendekan, sehingga diperoleh hubungan tegangan dan regangan beton sekaligus dapat diketahui modulus elastisitasnya.

2. Pengujian tarik baja, bentuk sampel baja sepanjang 50 cm pada bagian tengah dibubut dengan diameter 10 mm panjang 10 cm. Benda uji tarik baja diukur dengan menggunakan jangka sorong dan dicatat hasilnya. Pada mesin ini benda uji dipasang pada tumpuan jepit dengan posisi vertical. Data-data yang dibutuhkan dicatat. Mesin uji dijalankan sampai beban maksimal atau sampai benda uji patah.

3. Pengujian pull-out, benda uji pull-out diletakkan pada alat uji tarik beton. Perlengkapan tambahan yang diperlukan untuk pengujian ini adalah kotak kayu yang diletakkan di bawah benda uji untuk menampung benda uji yang patah/jatuh. Tulangan baja dipasang pada alat penjepit mesin uji dan diusahakan terpasang dengan baik. Selanjutnya beban tarik dijalankan. Selama proses pelolosan diamati secara seksama dan dicatat apabila ada hal-hal penting. Pada saat pengujian didapat nilai beban tarik (P) dan panjang pelolosan.

4. Pengujian kuat tarik belah beton, Beban vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidrolis. Setelah benda uji siap dalam posisi horizontal/rebah pada tempat pengujian, pembebanan dilakukan secara merata terhadap permukaan dengan penambahan beban secara berangsur-angsur sampai mencapai benda uji maksimum, yaitu saat benda uji terbelah.

4.7. Metode Perawatan Benda Uji

Agar semen terhidrasi sempurna, diperlukan perawatan terhadap benda uji.

Perawatan benda uji meliputi berbagai cara, antara lain :

- a. beton dibasahi terus menerus dengan air,
- b. beton direndam dalam air dengan keadaan lingkungan bersuhu 23°C - 28°C , dan
- c. beton diselimuti dengan karung goni basah , plastik film atau kertas perawatan tahan air.

Pada penelitian ini perawatan beton adalah dengan merendam beton dalam air sampai menjelang waktu pengujian. Dua hari sebelum dilakukan pengujian, benda uji diangkat dan diangin-anginkan sehingga didapat benda uji dalam keadaan kering.

Kekuatan beton akan bertambah selama terdapat cukup air yang bisa menjamin berlangsungnya hidrasi semen secara baik.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar diberikan secara terperinci pada **Lampiran 1**. Pada bagian ini akan ditunjukkan hasil pemeriksaan secara singkat yaitu :

1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam dengan ρ_s pasir 2,75 gr/cm^3 dan sedangkan berat jenis kerikil adalah 2,61 gr/cm^3 . Kandungan lumpur pasir adalah 1,01 % lebih kecil dari kandungan lumpur yang disyaratkan yaitu kurang dari 5 %.
2. Modulus halus butir pasir dari pemeriksaan adalah 2,8.

Berdasarkan persyaratan batas gradasi pasir maka pasir termasuk dalam daerah gradasi II sehingga diklasifikasikan sebagai pasir kasar.

5.2. Pengujian Tarik Baja

Baja tulangan terdiri dari 2 jenis yaitu baja tulangan polos (BJTP) dan baja tulangan deform (BJTD) dengan 3 macam diameter 13,19 dan 22 mm.

Tabel 5.2.a. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

No	Diameter Pengenal (mm)	Diameter Uji (D_0) (mm)	Luas mm^2	Panjang ukuran (L_0) (mm)	Beban leleh	P max	Perpanjangan	
							L_1 (mm)	D_1 (mm)
1.	P 13	9.9	76.938	4.89	2100	3400	6.30	7.1
2.	P 19	9.78	75.084	5.0	2300	3825	6.11	6.9
3.	P 22	10.0	78.50	5.01	2250	3700	6.15	6.4
4.	D 13	12.85	76.317	4.91	4750	7680	6.01	10.5
5.	D 19	9.7	73.861	4.85	2500	4875	5.99	6.1
6.	D 22	10.1	80.078	5.05	2500	4475	6.2	7.5

Tabel 5.2.b. Tegangan leleh baja

Jenis tulangan	Diameter	Tegangan leleh baja (Mpa) (f_y)	Kuat tarik Baja (Mpa) (f_u)
Polos	13	267,5	433,1
	19	293	487,3
	22	286,6	471,3
Deform	13	358	578,9
	19	318,5	621
	22	318,5	570

$$\text{Tegangan leleh baja (Fy)} = \frac{P_{leleh}}{A}, \text{ Mpa}$$

$$\text{Kuat tarik baja} = \frac{P_{maks}}{A}, \text{ Mpa}$$

Hasil pengujian tarik baja selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

5.3. Pengujian Desak Beton

Kemampuan pasta beton akibat tertariknya tulangan sebagai obyek penelitian, tersusun dari beberapa material yang telah diketahui spesifikasinya dan mempunyai karakteristik yang berbeda.

Tabel 5.3. Hasil pengujian desak beton

No	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	Beban max (N)	Kuat desak (Mpa)
1	151	17898,78	674768	38,442
2	150,6	17804,1	729749	41,795
3	149,9	17657,79	779740	45,028
4	150,9	17875,08	609796	34,786
5	149,8	17627,2	619787	35,854
6	149,9	17638,9	709756	41,031
7	150	17662,5	599794	34,628
8	149,8	17615,4	589797	34,142

Hasil uji menunjukkan kuat desak silinder beton berkisar antara 34,1 Mpa – 45,02 Mpa dengan rata-rata 38,21 Mpa. Nilai ini lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 30 Mpa. Hal ini disebabkan oleh adanya

penambahan serat bendrat pada adukan beton dan tingkat kekerasan agregat kasar berupa batu pecah yang dipakai cukup baik.

5.3.1. Pengendalian mutu pekerjaan beton

Tabel 5.3.1. Perhitungan Kekuatan Tekan Beton Pada Umur 28 hari

No.	f^l_{c28} (Mpa)	$(f^l_{28}-f^l_c)^2$ (Mpa)
1.	38,442	0,052
2.	41,795	12,828
3.	45,028	46,440
4.	34,786	11,746
5.	35,854	5,566
6.	41,0312	7,940
7.	34,628	12,854
8.	34,142	16,575
	305,706	114,004

Kuat tekan umur 28 hari (f^l_{c28}) = kuat tekan benda uji (f^l_c) / faktor umur

$$\text{Kuat tekan rata-rata, } f^l_{cr} = \frac{\sum f^l_{c28}}{N} = \frac{305,7062}{8} = 38,2133 \text{ (Mpa)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f^l_{28} - f^l_{cr})^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{114,004}{7}}$$

$$= 4,0356 \text{ Mpa}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh angka deviasi standar adalah 4,0356 Mpa

Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah :

$$\begin{aligned}
 f'_c &= f'_{cr} - 1,64 \cdot S_d \\
 &= 382,113 - (1,64 \cdot 4,0356) \\
 &= 375,5 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 37,55 \text{ Mpa.}
 \end{aligned}$$

5.4. Pengujian Tarik Belah Beton

Pengujian tarik belah beton silinder dilakukan dengan melakukan uji belah beton silinder (*split cylinder test*) dengan beban vertikal.

Beban maksimum yang terjadi pada pengujian 390000 N, dengan tinggi dan diameter adalah 302,8 mm, 148,8 mm.

$$\begin{aligned}
 f_{ct} &= \frac{2p}{\pi LD} \\
 f_{ct} &= \frac{2 \times 390000}{\pi \times 302,8 \times 148,8} \\
 &= 5,51 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Untuk mencari faktor konversi kuat tarik beton serat dihitung dengan rumus (3.2). Diasumsikan faktor konversi = C.

$$\begin{aligned}
 f_t &= C \sqrt{f'_c} \\
 C &= \frac{f_t}{\sqrt{f'_c}} = \frac{5,51}{\sqrt{37,55}} = 0,899
 \end{aligned}$$

Nilai C yang diperoleh termasuk dalam rumus usulan Suhendro untuk beton serat (rumus 3.4.).

5.5. Hasil Uji Pull-Out

5.5.1. Panjang penyaluran yang digunakan

Panjang penyaluran dilihat efektivitasnya yang tercantum dalam SNI-03-2847-1992 untuk tulangan deform diameter 13 mm dengan mutu baja 3070 (kg/cm^2), pada rumus 3.13 dapat dihitung nilai panjang penyaluran yang disyaratkan.

Untuk batang tulangan baja D36 atau lebih kecil,

$$l_{db} = \frac{0,02 A_b f_y}{\sqrt{f_c'}} = \frac{0,02 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 12,85^2) \cdot 267,5}{\sqrt{37,55}}$$

$$= 11,32 \text{ cm , dan minimum}$$

$$L_d = 0,06 \cdot d_b \cdot F_y = 0,06 \cdot 12,85 \cdot 267,5$$

$$= 20,62 \text{ cm}$$

Nilai L_d yang ditetapkan untuk panjang penyaluran benda uji adalah 20 cm, bukan syarat minimum 20,62. Hal ini dilakukan dengan harapan factor kuat tekan yang berperan. Gambaran perilaku dari tegangan lekat pada masing-masing benda uji dapat dilihat pada gambar 5.5.4(a), 5.5.4(b), 5.5.4(c) dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

5.5.2. Beban maximum pull-out

Dari keseluruhan benda uji yang berjumlah 54 sampel didapat beban maksimum dan keretakan beton serta tulangan yang putus, dapat dilihat dalam table berikut :

Tabel 5.5.2. Beban Maksimum pada Uji Pull-Out

No.	Tulangan		Diameter (mm)	Kode	P max (N)	Rata 2 (N)	Keterangan	
	Jenis	Penanaman.						
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Polos Lurus	20	13	TPL 2	53496.13	56908.89	Baja putus	
			19		60311.86		Beton tdk retak	
			22		73060.70		Baja lolos	
			22		72325.19		72697.85	Beton tdk retak
		30	13	TPL 3	62518.39	62273.22	Bajaputus	
			19		62028.05		Beton tdk retak	
			22		87770.91		Baja tdk lolos	
			22		86790.23		87280.57	Beton retak
		40	13	TPL 4	120378.54	109836.23	Baja tdk lolos	
			19		99293.91		Beton retak	
			22		62518.39		Baja putus	
			22		63008.73		62763.56	Beton tdk retak
2	Deform Lurus	20	13	TDL 2	68745.71	67470.82	Baja putus	
			19		66195.94		Beton tdk retak	
			22		112533.10		Baja lolos	
			22		59331.18		85937.04	Beton tdk retak
		30	13	TDL 3	69628.32	68647.64	Baja lolos	
			19		67666.96		Beton tdk retak	
			22		68647.64		Baja putus	
			22		68402.47		68529.96	Beton tdk retak
		40	13	TDL 4	138766.30	68157.30	Baja Patah	
			19		142198.69		140482.49	Beton retak
			19		139746.98		Baja tdk lolos	
			19		141218.01		140482.49	Beton retak
			107139.35		112170.25	Beton retak		
			117191.33			Beton retak		

Lanjutan Tabel 5.5.2. Beban maksimum pada uji pull-out

1	2	3	4	5	6	7	8	
			22		153476.51 134353.24	143914.88	Baja tdk lolos Beton retak	
3	Deform 90	20	13	TD9 2	66931.45		Baja patah	
			19		66195.94	66568.60	Beton tdk retak	
			22		57614.98		Baja lolos	
					41924.10	49769.54	Beton tdk retak	
		30	13	TD9 3	22	76002.75		Baja lolos
						71344.51	73673.63	Beton tdk retak
						66490.14		Baja patah
						67912.13	67206.04	Beton tdk retak
		40	13	TD9 4	19	129695.01		Baja tdk lolos
					22	128223.99	128959.50	Beton retak
						118662.35		Baja tdk lolos
						142787.09	130724.72	Beton retak
			13	67666.96		Baja patah		
			19	67421.79	67549.28	Beton tdk retak		
			22	138275.96		Baja tdk lolos		
				75512.41	106894.18	Beton retak		
			22		156908.89		Baja tdk lolos	
					149553.79	153231.34	Beton retak	

5.5.3. Tegangan lekat

Pada penelitian ini pengaruh kuat tekan dan kuat tarik pada benda uji pull-out untuk mendapatkan gambaran akibat adanya penambahan serat pada campuran. Parameter kuat tekan (f_c') dalam hubungannya dengan tegangan lekat yang terjadi pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa tiap peningkatan kuat tekan terjadi kenaikan tegangan lekat

Tabel. 5.5.3.a. Tegangan lekat dan tegangan material yang terjadi

Kode	P max (N)	fb (Mpa)	Teg.Baja (fs) (Mpa)	Teg.desak beton (fc) (Mpa)	keterangan.
1	2	3	4	5	6
TPL 2 (13)	53496.1300	6.6818	411.1861	20.5898	Baja leleh (fs>fy)
TPL 2 (13)	60311.8600	7.5331	463.5737	23.2130	Baja leleh (fs>fy)
TPL 2 (19)	73060.7000	6.2437	262.8932	28.1198	
TPL 2 (19)	72325.1900	6.1809	260.2467	27.8368	
TPL 2 (22)	66490.1400	4.9074	178.4492	25.5909	
TPL 2 (22)	75022.0700	5.5371	201.3476	28.8747	
TPL 3 (13)	62518.3900	5.2058	480.5337	24.0623	Baja leleh (fs>fy)
TPL 3 (13)	62028.0500	5.1650	476.7648	23.8736	Baja leleh (fs>fy)
TPL 3 (19)	87770.9100	5.0006	315.8248	33.7816	
TPL 3 (19)	86790.2300	4.9447	312.2960	33.4041	
TPL 3 (22)	120378.5400	5.9231	323.0773	46.3317	Beton retak (fc>fc ¹)
TPL 3 (22)	99293.9100	4.8856	266.4894	38.2166	Beton retak (fc>fc ¹)
TPL 4 (13)	62518.3900	3.9043	480.5337	24.0623	Baja leleh (fs>fy)
TPL 4 (13)	63008.7300	3.9350	484.3026	24.2510	Baja leleh (fs>fy)
TPL 4 (19)	90712.9500	3.8761	326.4111	34.9139	
TPL 4 (19)	87770.9100	3.7504	315.8248	33.7816	
TPL 4 (22)	126998.1400	4.6866	340.8433	48.8795	Beton retak (fc>fc ¹)
TPL 4 (22)	122800.8200	4.5317	329.5784	47.2640	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 2 (13)	68745.7100	8.5865	528.3986	26.4591	Baja leleh (fs>fy)
TDL 2 (13)	66195.9400	8.2680	508.8004	25.4777	Baja leleh (fs>fy)
TDL 2 (19)	112533.1000	9.6170	404.9262	43.3121	
TDL 2 (19)	59331.1800	5.0704	213.4905	22.8356	
TDL 2 (22)	69628.3200	5.1390	186.8716	26.7988	
TDL 2 (22)	67666.9600	4.9942	181.6076	26.0439	
TDL 3 (13)	68647.6400	5.7162	527.6448	26.4213	Baja leleh (fs>fy)
TDL 3 (13)	68402.4700	5.6957	525.7604	26.3270	Baja leleh (fs>fy)
TDL 3 (19)	138766.3000	7.9059	499.3207	53.4088	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 3 (19)	142198.6900	8.1015	511.6714	54.7299	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 3 (22)	139746.9800	6.8761	375.0592	53.7863	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 3 (22)	141218.0100	6.9485	379.0072	54.3524	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 4 (13)	67666.9600	4.2259	520.1070	26.0439	Baja leleh (fs>fy)
TDL 4 (13)	68647.6400	4.2871	527.6448	26.4213	Baja leleh (fs>fy)
TDL 4 (19)	107139.3500	4.5780	385.5179	41.2361	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 4 (19)	117191.3300	5.0075	421.6878	45.1050	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 4 (22)	153476.5100	5.6637	411.9071	59.0705	Beton retak (fc>fc ¹)
TDL 4 (22)	134353.1600	4.9580	360.5832	51.7103	Beton retak (fc>fc ¹)

Lanjutan Tabel 5.3.3.a. Tegangan lekat dan tegangan material yang terjadi.

1	2	3	4	5	6
TD9 2 (13)	66931.4500	8.3599	514.4537	25.7608	Baja leleh ($f_s > f_y$)
TD9 2 (13)	66195.9400	8.2680	508.8004	25.4777	Baja leleh ($f_s > f_y$)
TD9 2 (19)	57614.9800	4.9237	207.3151	22.1750	
TD9 2 (19)	41924.1000	3.5828	150.8548	16.1359	
TD9 2 (22)	76002.7500	5.6094	203.9796	29.2522	
TD9 2 (22)	71344.5100	5.2656	191.4776	27.4593	
TD9 3 (13)	66490.1400	5.5365	511.0617	25.5909	Baja leleh ($f_s > f_y$)
TD9 3 (13)	67912.1300	5.6549	521.9915	26.1382	Baja leleh ($f_s > f_y$)
TD9 3 (19)	129695.0100	7.3891	466.6796	49.9174	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 3 (19)	128223.9900	7.3053	461.3865	49.3513	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 3 (22)	118662.3500	5.8386	318.4713	45.6712	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 3 (22)	142787.0900	7.0257	383.2184	54.9564	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 4 (13)	67666.9600	4.2259	520.1070	26.0439	
TD9 4 (13)	67421.7900	4.2106	518.2226	25.9495	
TD9 4 (19)	138275.9600	5.9085	497.5563	53.2201	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 4 (19)	75512.4100	3.2266	271.7152	29.0635	
TD9 4 (22)	156908.8900	5.7904	421.1191	60.3916	Beton retak ($f_c > f_c^1$)
TD9 4 (22)	149553.7900	5.5190	401.3792	57.5608	Beton retak ($f_c > f_c^1$)

Dengan membandingkan beban maksimum yang terjadi antara tegangan baja dan tegangan desak beton maka dapat dilihat kekuatan antara baja, beton pada uji pull-out. Dari table 5.4.3.a. dapat dilihat jika nilai tegangan desak beton lebih besar dari kuat tekan beton maka beton tersebut akan retak. Sedangkan apabila tegangan desak beton lebih kecil dari kuat tekan beton maka beton tersebut tidak mengalami keretakan. Jika tegangan baja pull-out lebih besar dari pada tegangan leleh baja maka baja putus, demikian pula sebaliknya.

Tabel 5.5.3.b. Nilai k

kode	<i>f_b</i> Mpa	<i>k</i>
1	2	3
TPL 2 (19)	6.243714	1.018550
TPL 2 (19)	6.180858	1.008297
TPL 2 (22)	4.907354	0.800547
TPL 2 (22)	5.537058	0.903272
TPL 3 (19)	5.000558	0.815752
TPL 3 (19)	4.944686	0.806637
TPL 4 (19)	3.876132	0.632322
TPL 4 (19)	3.750420	0.611814
TDL 2 (19)	9.616996	1.568841
TDL 2 (19)	5.070398	0.827145
TDL 2 (22)	5.138970	0.838331
TDL 2 (22)	4.994210	0.814716
TD9 2 (19)	4.923734	0.803219
TD9 2 (19)	3.582802	0.584470
TD9 2 (22)	5.609438	0.915080
TD9 2 (22)	5.265634	0.858994
TD9 4 (13)	4.225870	0.689375
TD9 4 (13)	4.210558	0.686877
TD9 4 (19)	3.226618	0.526365
K rata-rata=0.815789		

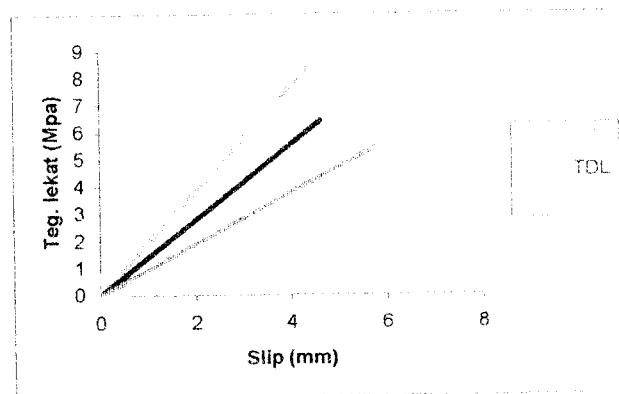
Dari tabel 5.5.3.b. diketahui nilai *k* yang merupakan faktor kekuatan beton. Nilai *k* yang diperoleh ini merupakan nilai *k* dari hasil eksperimen. Dari nilai *k* ini dapat dihitung tegangan lekat yang terjadi pada beton serat. Kuat lekat tulangan deform memiliki kuat lekat yang lebih baik dibandingkan dengan tulangan polos. Sedangkan pada tulangan deform kait kuat lekat yang terjadi lebih rendah dibandingkan tulangan deform lurus. Hal ini disebabkan luasan tulangan yang tidak mampu ditahan oleh permukaan beton.

Tabel 5.5.3.c. Gaya lekat maksimum rata-rata yang terjadi (P_{maks}) dan Tegangan lekat maksimum rata-rata (f_b_{maks}).

Penanaman (cm)	Diameter (mm)	Tulangan polos lurus (TPL)		Tulangan deform lurus (TDL)		Tulangan deform kait (TD9)	
		P_{maks}	f_b_{maks}	P_{maks}	f_b_{maks}	P_{maks}	f_b_{maks}
20	13	56899.1	7.1074	67470.78	8.4272	66558.752	8.7138
	19	72688	6.2122	85927.18	7.3436	49769.51	7.4532
	22	70756.1	5.2222	68647.6	5.0666	73668.682	5.4374
30	13	62273.2	5.1854	68520.11	5.7058	67196.194	5.9956
	19	87280.5	4.9726	140482.4	8.0036	128959.42	8.3472
	22	109836	5.4044	140482.4	6.9122	130724.64	7.0322
40	13	62763.5	3.9196	68157.26	4.2564	67539.432	4.4182
	19	89241.9	3.8132	112160.4	4.7928	106894.12	4.9674
	22	124899	4.609	143914.8	5.3138	153231.25	5.6546
			5.1606		6.2024		6.8466

Dari tabel 5.5.3.c terlihat bahwa terjadi peningkatan lekatan antara tulangan polos terhadap tulangan deformed lurus dan deformed kait. Bentuk peningkatan tegangan lekat serta slip yang terjadi dapat dilihat pada grafik 5.5.3. berikut :

Grafik slip dan tegangan lekat pada tipe tulangan.



Gambar 5.5.3. Hubungan tegangan lekat dan slip pada tipe tulangan

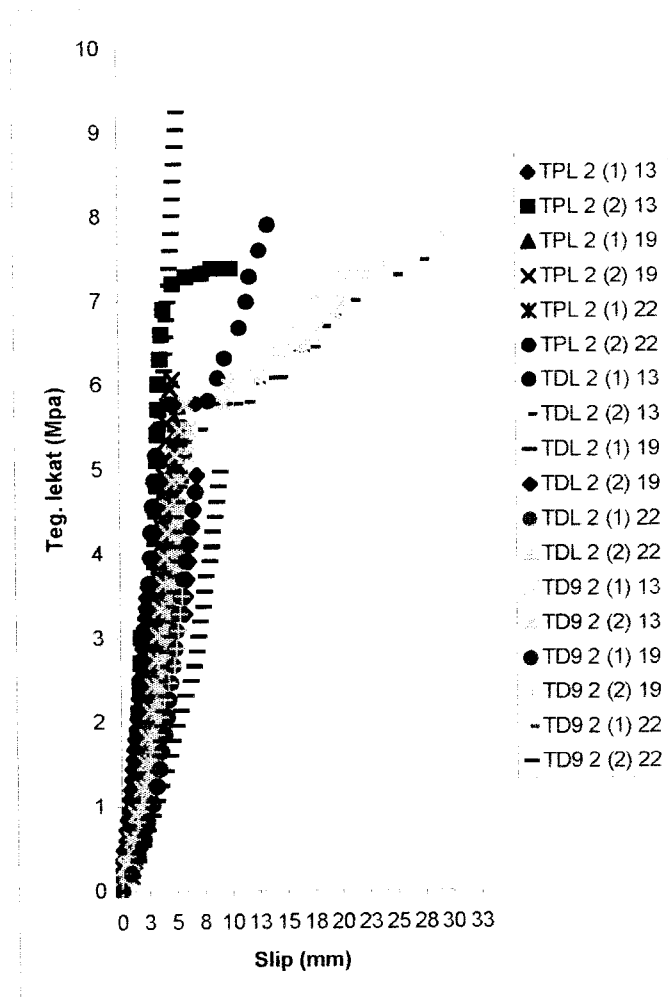
Pada grafik 5.5.3. menunjukkan bahwa terjadi perubahan slip pada masing-masing jenis tulangan, tulangan deformed kait dan deformed lurus mempunyai slip serta tegangan lekat yang lebih besar dibandingkan dengan tulangan polos lurus.

5.5.4. Hubungan tegangan lekat dengan slip

Besarnya tegangan lekat pada benda uji diperoleh dari hasil pengujian tarik masing-masing benda uji dengan berbagai variasi. Pengerjaan beban tarik pada benda uji menyebabkan terjadinya slip antara pasta beton dengan batang tulangan. Hubungan antara besarnya gaya tarik ataupun tegangan lekat dengan slip dapat digambarkan dalam suatu grafik.

Dari hasil pengujian dihitung nilai tegangan lekat dari benda uji dengan menggunakan persamaan (3.8),

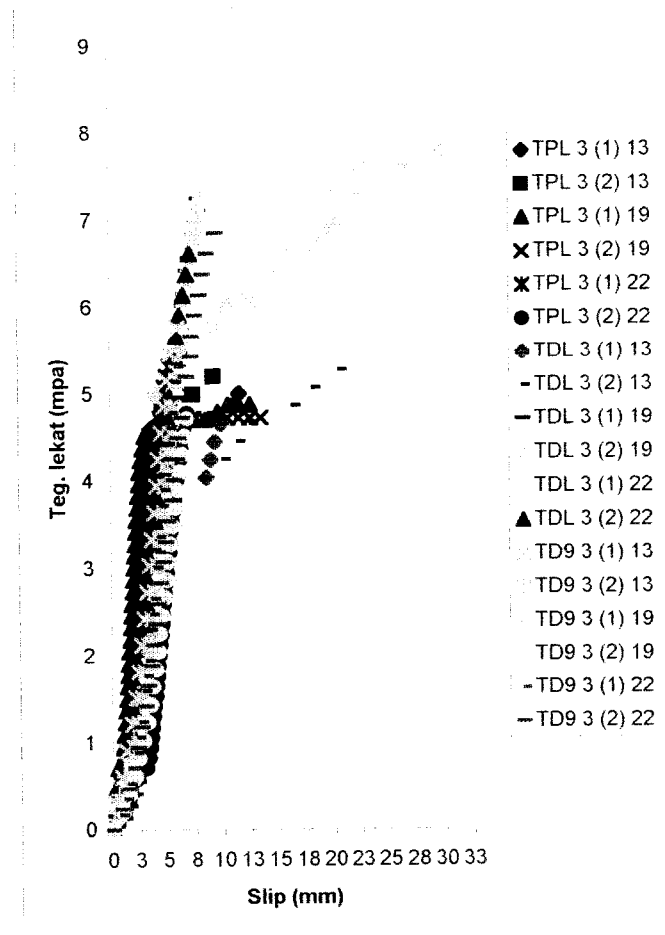
$$f_b = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot L_d}$$



Gambar 5.5.4.(a) Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 20 cm

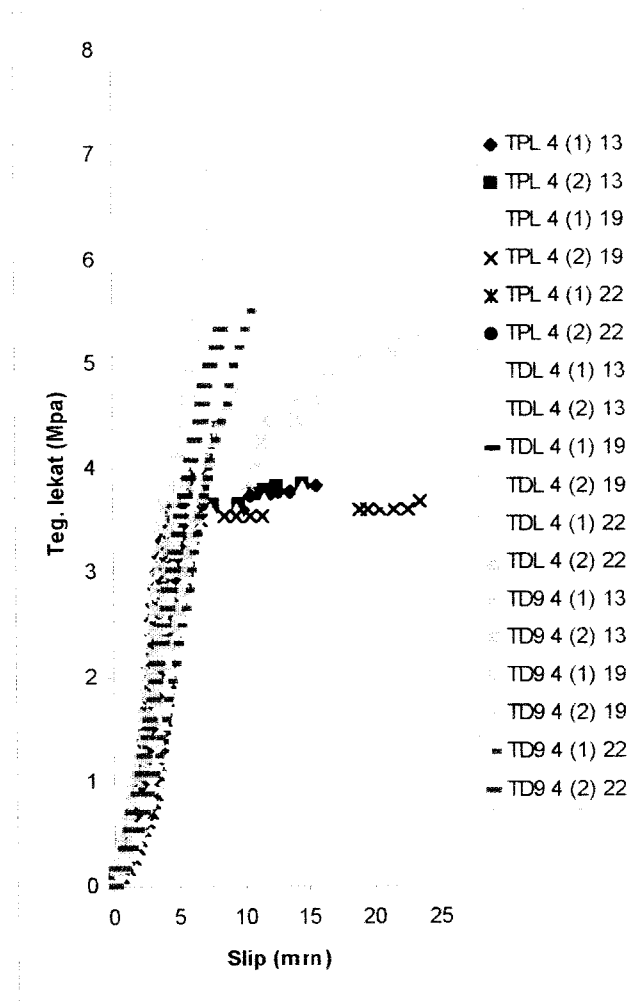
Pada gambar 5.5.4.(a) menunjukkan hubungan tegangan lekat dan slip pada penanaman 20 cm dengan berbagai diameter tulangan, dari gambar dapat terlihat bahwa dengan kenaikan slip yang relatif besar terjadi kenaikan tegangan lekat. Makin besar diameter tulangan yang diuji maka makin besar selip yang terjadi pada tulangan. Tetapi dengan bertambah besarnya tulangan, tegangan lekat yang terjadi akan lebih kecil. Sebelum mencapai gaya lekat maksimum garis grafik cenderung berimpit.





Gambar 5.5.4.(b) Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 30 cm

Gambar 5.5.4.(b) menunjukkan hubungan antara tegangan lekat dengan slip pada penanaman tulangan 30 cm. Dari Grafik dapat terlihat bahwa makin panjang penanaman tulangan yang dilakukan maka grafik cenderung makin linier, ini menunjukkan bahwa peningkatan kuat lekat diikuti dengan slip yang kecil.



Gambar 5.5.4.(c) Hubungan tegangan lekat dan slip dengan penanaman 40 cm

Gambar 5.5.4.(c) Hubungan tegangan lekat dan slip pada penanaman 40 cm. Seperti pada penanaman 20 cm dan 30 cm, penanaman 40 juga merupakan suatu grafik linier dan lebih berimpit dibandingkan dengan grafik sebelumnya. Dengan penanaman yang lebih panjang maka tegangan lekat yang terjadi berada pada slip yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan penanaman yang lebih pendek. Hasil perhitungan tegangan lekat dengan slip dan beban dengan regangan serta grafik masing-masing dapat dilihat pada **lampiran 6**

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat lekat tulangan deformed pada uji pull-out lebih baik dibandingkan dengan kuat lekat tulangan polos.
2. Semakin besar diameter tulangan yang diuji maka makin besar selip yang terjadi pada tulangan. Tetapi dengan bertambah besarnya tulangan, tegangan lekat yang terjadi akan lebih kecil.
3. Pada saat beban tarik awal bekerja sampai dengan batas beban tarik maksimal selip yang terjadi dari ketiga variasi penanaman tulangan 20 cm, 30 cm dan 40 cm menunjukkan bahwa makin panjang penanaman tulangan maka makin kecil selip yang terjadi.
4. Penambahan kait pada ujung tulangan memberikan kenaikan kuat lekat pada pengujian pull-out disbanding dengan tulangan lurus.

6.2. Saran

1. Perlu diadakan penelitian tentang uji *pull-out* dengan benda uji yang mempunyai luasan lebih besar dan dengan mutu beton yang bervariasi.
2. Perlu diadakan penelitian yang mengkaji tentang distribusi gaya, tegangan dan regangan, memperhitungkan pengaruh tulangan sengkang pada pengujian masing-masing tulangan khususnya yang memakai dua atau lebih tulangan.

Daftar Pustaka

- Dipohusodo, Istimawan., 1994, **Struktur Beton Bertulang(Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03)**, Penerbit Gramedia Jakarta.
- Nawy, E.G., 1985, (alih bahasa oleh Suryoatmono, B), **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, Penerbit Eresco, Bandung.
- Wang, C.K. and Salmon, C.G., 1986 (alih bahasa Harianja, B), **Desain Beton Bertulang**, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Depertemen Pekerjaan Umum., 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Park, R. And Paulay, T., 1975, **Reeinforced Concrete Stucture**, John Wiley and Sond Inc., New York.
- Suparjo, 1998, **Perilaku Lekatan Tulangan Deform pada Beton Serat**, Tesis S2, UGM, Yogyakarta.
- Kemp, E.L., 1986, **Bond in Reinforced Concrete : Behavior and Design Criteria**, ACI Journal/ Jan-Feb 1986, pp. 50-57.
- Sorushian,P.Mirza, F. Dan Alhozaimi,A.,1994, **Bonding Of Confined Steel Fiber Reinforced Concrete To Deformed Bars**,ACI Material Journal / Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudarmoko,1993, **Pengaruh Panjang Serat Pada Sifat Structural Beton Serat**, Media Teknik No I Tahun XV April 1993.
- Suhendro,B.,1991, **Pengaruh Fiber Kawat Local Pada Sifat-Sifat Beton**, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UGM.

HASIL PEMERIKSAAN PASIR

Pasir asal :Kali Boyong, Kabupaten Sleman

1. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir dan Kerikil

Berat piring	149 gram	145 gram
Berat pasir + Piring	370 gram	310.18 gram
Berat pasir	221 gram	165.18 gram
Berat air	500 cc	500 cc
Berat air + pasir	580 cc	560 cc

$$\text{Berat jenis pasir} = \frac{\text{berat pasir}}{(\text{volair} + \text{pasir}) - (\text{volair})} = \frac{(2.76 + 2.75)}{2} = 2,75 \text{ gr/cm}^3$$

Berat piring	145 gram
Berat piring + kerikil	500.8 gram
Berat kerikil	355.8 gram
Berat air	500 cc
Berat air + Kerikil	636 cc

$$\text{Berat jenis kerikil} = \frac{\text{berat kerikil}}{(\text{volair} + \text{pasir}) - (\text{volair})} = 2,61 \text{ gr/cm}^3$$

2. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir

	Hasil percobaan	
	Sebelum masuk tungku (gr)	Keluar dari tungku (gr)
Berat cawan + pasir	374.3	372.1
Berat cawan	157.5	157.5
Berat pasir	V ₁ =216.8	V ₂ =214.6
Kandungan Lumpur dalam pasir	1.01%	

Syarat kandungan : Lumpur < 5% pasir halus dicuci.

Kandungan Lumpur dalam pasir = 1.01% maka pasir tidak perlu dicuci.

3. Pemeriksaan Modulus Halus Butir Pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
4.75	0.00	0.00	0.00
2.36	45.60	4.56	4.56
1.20	281.30	28.13	32.69
0.60	322.10	32.21	64.90
0.30	204.70	20.47	85.37
0.15	71.10	7.11	92.48
PAN	75.20	7.52	
Total	1000.00	100.00	280.00

MHB Pasir = 2.8

4. Pemeriksaan Gradasi Pasir

No. Saringan mm	Berat tertahan		Berat persen kom (%)		Spesifikasi	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	maks
4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	90.0	100.0
2.36	45.60	45.60	4.56	95.44	75.0	100.0
1.20	281.30	326.90	32.69	67.31	55.0	90.0
0.60	322.10	649.00	64.90	35.10	35.0	59.0
0.30	204.70	853.70	85.37	14.63	8.0	30.0
0.15	71.10	924.80	92.48	7.52	0.0	10.0
sisa	75.20	1000.00	100.00	0.00	-	-

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	93-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

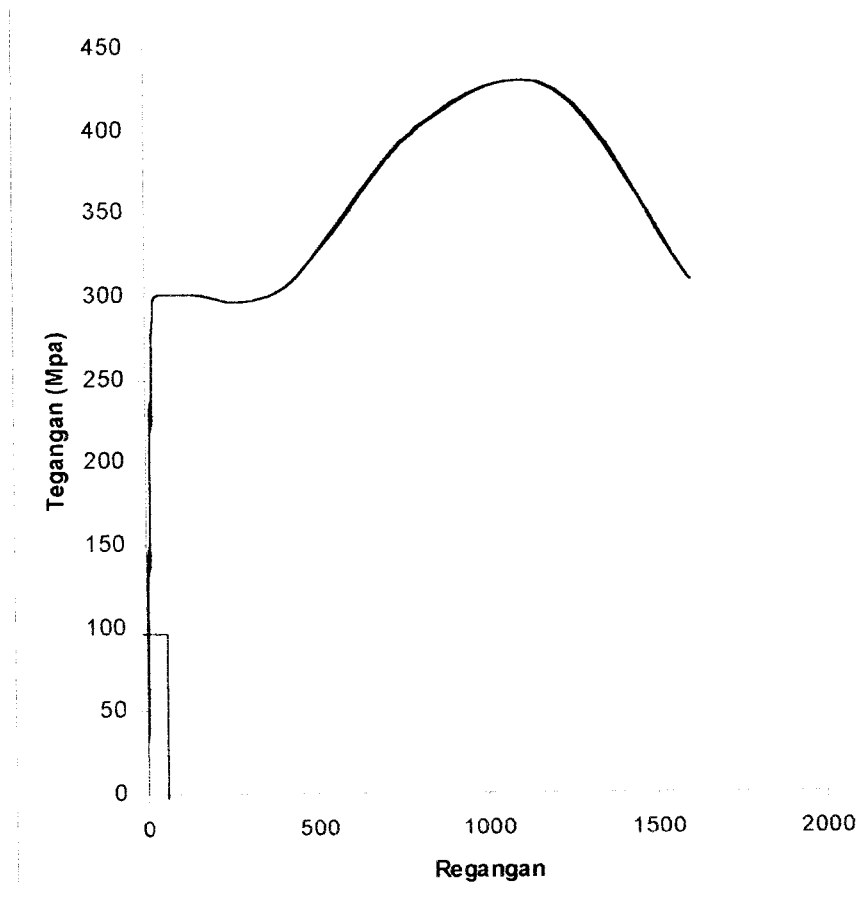
Keterangan : Daerah I = Pasir kasar
 Daerah II = Pasir agak kasar
 Daerah III = Pasir agak halus
 Daerah IV = Pasir halus

Dari tabel Gradasi pasir menurut British Standard pasir yang digunakan termasuk daerah II yang termasuk pasir agak kasar .

Tabel 2.1. Tegangan-Regangan baja polos 13 mm

Beban N	Per. Tul. mm	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
980.68	0.01	12.49	2.00	0.80	
1961.36	0.01	24.99	2.40	1.20	
2942.04	0.02	37.48	3.60	2.40	
3922.72	0.02	49.97	4.00	2.80	
4903.40	0.03	62.46	5.00	3.80	
5884.08	0.03	74.96	5.80	4.60	
6864.76	0.03	87.45	6.00	4.80	
7845.44	0.03	99.94	6.40	5.20	
8826.12	0.04	112.43	8.00	6.81	
9806.80	0.04	124.93	8.20	7.01	
10787.48	0.05	137.42	9.01	7.81	
11768.16	0.05	149.91	10.01	8.81	
12748.84	0.05	162.41	10.21	9.01	
13729.52	0.06	174.90	11.61	10.41	
14710.20	0.06	187.39	12.01	10.81	
15690.88	0.06	199.88	12.41	11.21	
16671.56	0.07	212.38	14.01	12.81	
17652.24	0.08	224.87	15.01	13.81	
18632.92	0.08	237.36	16.01	14.81	
19613.60	0.08	249.85	16.21	15.01	
20594.28	0.09	262.35	18.01	16.81	Leleh
21574.96	0.10	274.84	20.01	18.81	
22555.64	0.12	287.33	24.01	22.82	
23536.32	0.15	299.83	30.02	28.82	
23634.39	0.58	301.08	116.07	114.87	
23928.59	2.00	304.82	400.24	399.04	
31577.90	4.00	402.27	800.48	799.28	
33343.12	6.00	424.75	1200.72	1199.52	max
24320.86	8.00	309.82	1600.96	1599.76	patah

Grafik 2.1.b. tegangan-regangan baja polos diameter 13 mm



Batas sebanding : $\sigma_p = 99,4 \text{ Mpa}$

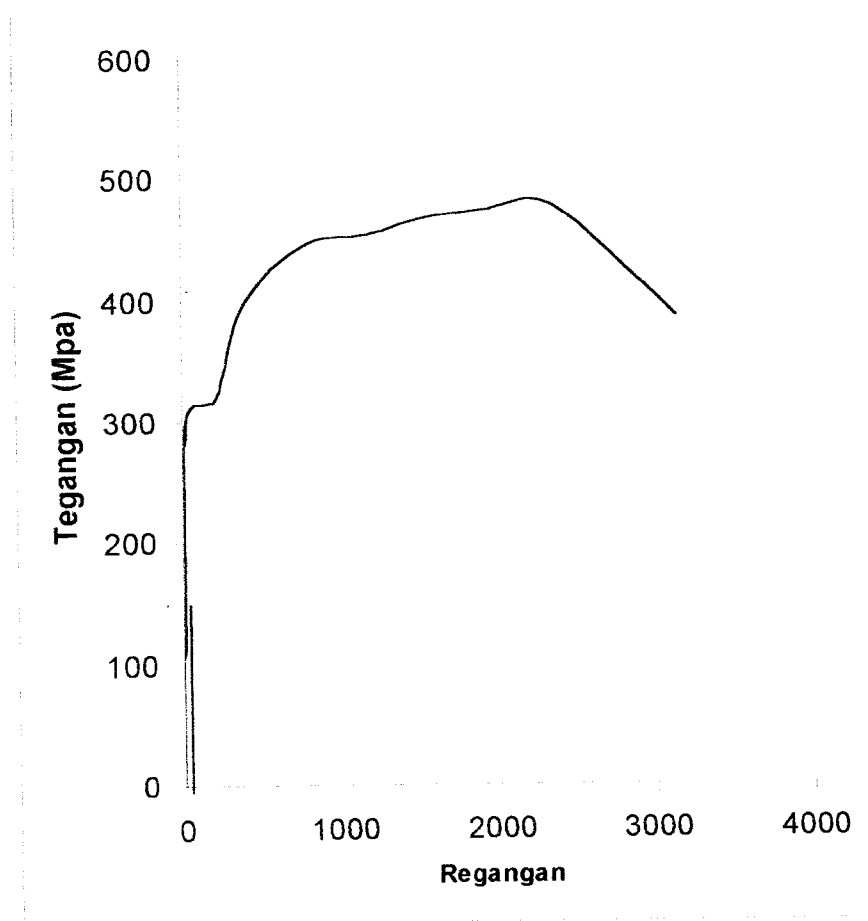
$$\varepsilon_p = 5,2 \times 10^{-4}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{99,4}{5,2 \times 10^{-4}} = 1,922 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

Tabel 2.2. Tegangan-Regangan baja Polos 19 mm

Beban N	Per. Tul. mm	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
980.680	0.01	12.49	1.96	0.49	
1961.360	0.01	24.99	2.16	0.69	
2942.040	0.02	37.48	2.94	1.47	
3922.720	0.02	49.97	3.92	2.46	
4903.400	0.02	62.46	4.12	2.65	
5884.080	0.03	74.96	5.49	4.03	
6864.760	0.03	87.45	5.89	4.42	
7845.440	0.03	99.94	6.08	4.61	
8826.120	0.04	112.43	7.46	5.99	
9806.800	0.04	124.93	7.85	6.38	
10787.480	0.04	137.42	8.04	6.58	
11768.160	0.05	149.91	8.83	7.36	
12748.840	0.05	162.41	9.81	8.34	
13729.520	0.05	174.90	10.01	8.54	
14710.200	0.06	187.39	10.99	9.52	
15690.880	0.06	199.88	11.77	10.30	
16671.560	0.06	212.38	11.97	10.50	
17652.240	0.07	224.87	12.75	11.28	
18632.920	0.07	237.36	13.73	12.27	
19613.600	0.07	249.85	13.93	12.46	
20594.280	0.08	262.35	15.70	14.23	
21574.960	0.09	274.84	16.68	15.21	
22555.640	0.10	287.33	19.62	18.15	Leleh
23536.320	0.15	299.83	29.43	27.96	
24713.136	0.40	314.82	78.48	77.01	
25007.340	1.09	318.56	213.85	212.38	
31381.760	2.00	399.77	392.39	390.92	
35059.310	4.00	446.62	784.78	783.31	
35696.752	6.00	454.74	1177.16	1175.70	
36775.500	8.00	468.48	1569.55	1568.08	
37265.840	10.00	474.72	1961.94	1960.47	
37511.010	12.00	477.85	2354.33	2352.86	Max
30401.080	16.00	387.27	3139.10	3137.63	Patah

Grafik 2.2.b. tegangan-regangan baja polos diameter 19 mm



Batas sebanding : $\sigma_p = 149,91 \text{ Mpa}$

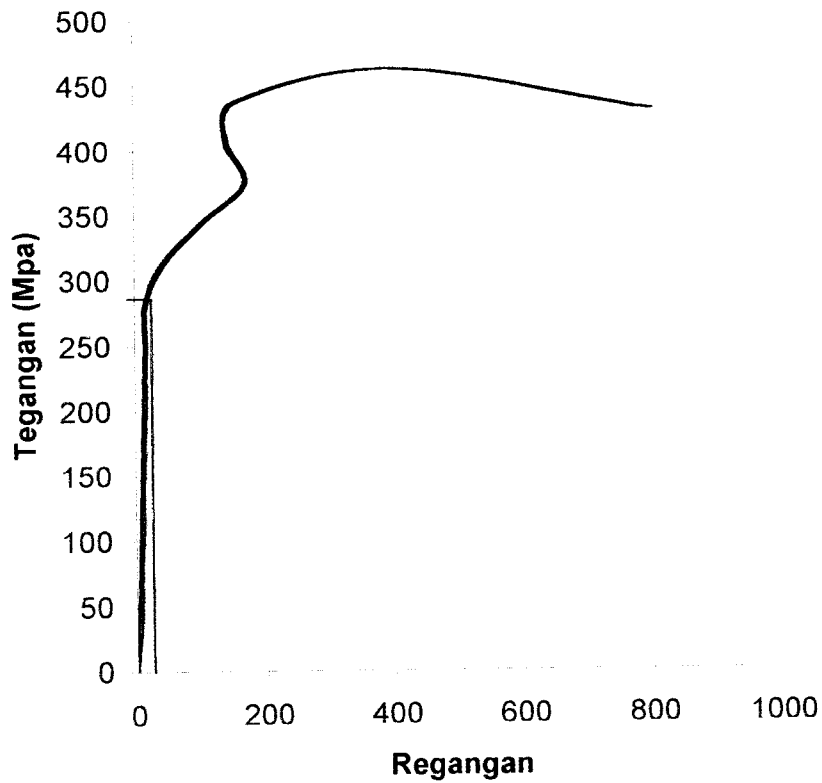
$$\varepsilon_p = 7,36 \times 10^{-4}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{149,91}{7,36 \times 10^{-4}} = 2,036 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

Tabel 2.3. Tegangan-regangan baja polos 22 mm

Beban N	Per. Tul mm	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Leleh
2451.70	0.03	31.23	6.20	1.91	
4903.40	0.04	62.46	8.00	3.71	
7355.10	0.05	93.70	10.01	5.71	
9806.80	0.06	124.93	11.81	7.51	
12258.50	0.07	156.16	13.01	8.71	
14710.20	0.08	187.39	15.01	10.71	
17161.90	0.08	218.62	16.01	11.71	
19613.60	0.09	249.85	18.01	13.71	
22065.30	0.09	281.09	18.01	13.71	
24517.00	0.22	312.32	44.03	39.73	
26968.70	0.52	343.55	104.06	99.76	
29420.40	0.86	374.78	172.10	167.81	
31872.10	0.72	406.01	144.09	139.79	
34323.80	0.78	437.25	156.09	151.80	Max Patah
36285.20	2.00	462.23	400.24	395.94	
33833.50	4.00	431.00	800.48	796.18	

Grafik 2.2.b. tegangan-regangan baja polos diameter 22 mm



$$\text{Batas sebanding : } \sigma_p = 286,62 \text{ Mpa}$$

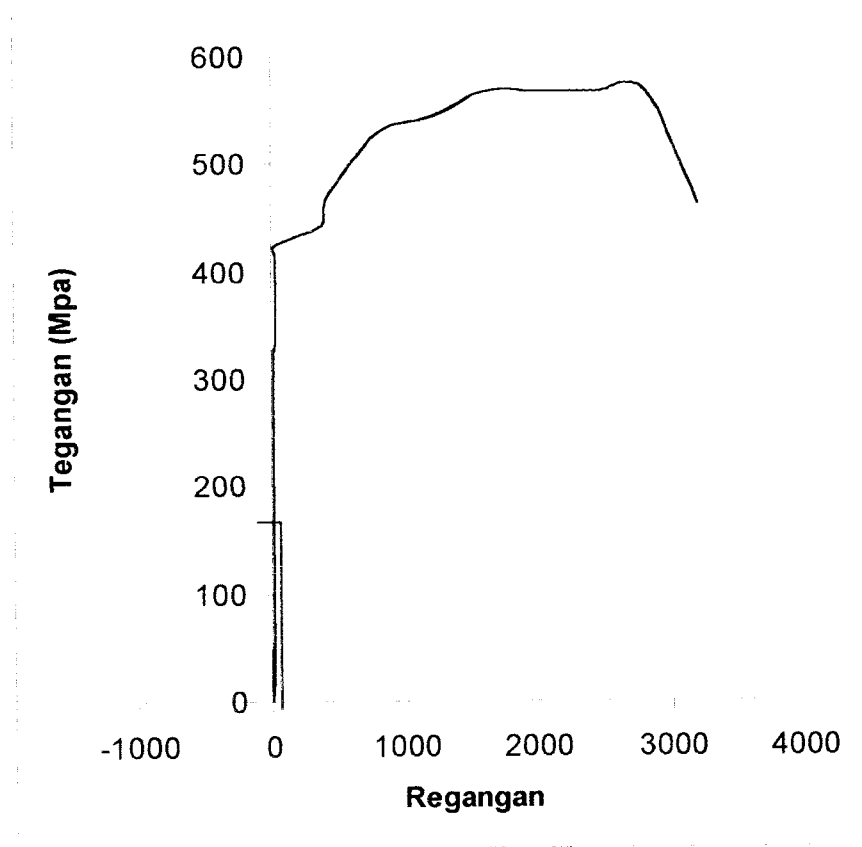
$$\varepsilon_p = 13,71 \times 10^{-4}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{286,62}{13,71 \times 10^{-4}} = 2,09 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

Tabel 2.4. Tegangan-regangan baja Deform 13 mm

Beban Kg	Per. Tul mm	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2451.70	0.01	31.23	1.80	0.90	
4903.40	0.01	62.46	2.00	1.10	
7355.10	0.02	93.70	3.60	2.71	
9806.80	0.02	124.93	4.00	3.11	
12258.50	0.02	156.16	4.60	3.71	
14710.20	0.03	187.39	6.00	5.11	
17161.90	0.04	218.62	7.80	6.91	
19613.60	0.04	249.85	8.20	7.31	
22065.30	0.05	281.09	9.81	8.91	
24517.00	0.05	312.32	10.01	9.11	
26968.70	0.06	343.55	11.01	10.11	
29420.40	0.06	374.78	12.01	11.11	
31872.10	0.07	406.01	13.81	12.91	
34323.80	0.07	437.25	14.01	13.11	
36775.50	0.08	468.48	15.61	14.71	
41678.90	0.08	530.94	16.01	15.11	
44130.60	0.09	562.17	17.81	16.91	
46582.30	0.09	593.41	18.21	17.31	
49034.00	0.10	624.64	19.81	18.91	Leleh
51485.70	0.10	655.87	20.01	19.12	
53937.40	0.11	687.10	21.01	20.12	
54918.10	0.11	699.59	22.01	21.12	
56389.10	0.11	718.33	22.21	21.32	
58840.80	1.90	749.56	380.23	379.33	
61787.80	2.00	787.11	400.24	399.34	
70365.80	4.00	896.38	800.48	799.58	
72079.90	6.00	918.22	1200.72	1199.82	
75267.20	8.00	958.82	1600.96	1600.06	
75316.30	10.00	959.44	2001.20	2000.30	
75316.30	12.00	959.44	2401.44	2400.54	
75316.30	14.00	959.44	2801.68	2800.78	Max
61292.50	16.00	780.80	3201.92	3201.02	Patah

Grafik 2.4.b. tegangan-regangan baja Deform diameter 13 mm



Batas sebanding : $\sigma_p = 184,8 \text{ Mpa}$

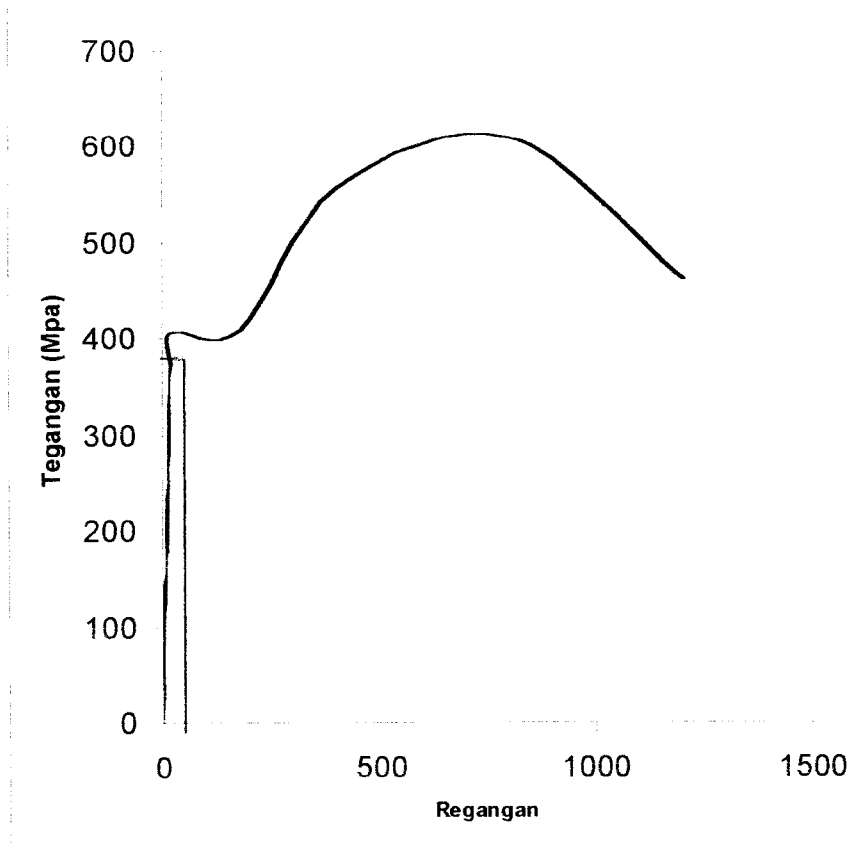
$$\varepsilon_p = 9,11 \times 10^{-4}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{184,8}{9,11 \times 10^{-4}} = 2,028 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

Tabel 2.5. Tegangan-regangan baja Deform 19 mm

Beban N	Per. Tul mm	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2451.70	0.02	31.23	3.80	1.11	
4903.40	0.03	62.46	5.00	2.31	
7355.10	0.03	93.70	6.00	3.31	
9806.80	0.04	124.93	8.00	5.31	
12258.50	0.05	156.16	10.01	7.31	
14710.20	0.06	187.39	11.81	9.11	
17161.90	0.07	218.62	13.61	10.91	
19613.60	0.08	249.85	15.01	12.31	
22065.30	0.08	281.09	16.01	13.31	
24517.00	0.09	312.32	18.01	15.31	leleh
26968.70	0.10	343.55	20.01	17.32	
29420.40	0.11	374.78	22.41	19.72	
31872.10	0.12	406.01	24.01	21.32	
32117.30	0.90	409.14	180.11	177.41	
43640.30	2.00	555.93	400.24	397.54	
47808.20	4.00	609.02	800.48	797.78	Max
36285.20	6.00	462.23	1200.72	1198.02	Patah

Grafik 2.5.b. tegangan-regangan baja Deform diameter 19 mm



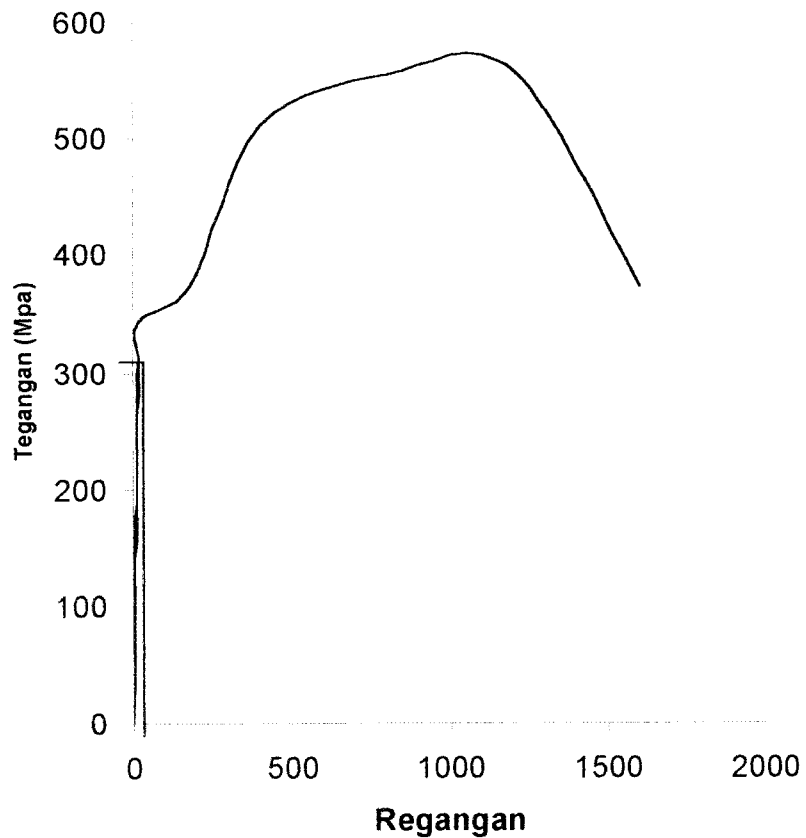
Batas sebanding : $\sigma_p = 382,17 \text{ Mpa}$
 $\varepsilon_p = 19,72 \times 10^{-4}$

Modulus elastisitas = $\frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{382,17}{19,72 \times 10^{-4}} = 1,938 \times 10^5 \text{ Mpa}$

Tabel 2.6. Tegangan-regangan baja Deform 22 mm

Beban Kg	Per. Tul mm	Tegangan Mpa	Regangan (10^{-4})	Regangan Terkoreksi	Ket.
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2451.70	0.02	31.23	4.00	1.51	
4903.40	0.03	62.46	6.00	3.51	
7355.10	0.04	93.70	7.00	4.51	
9806.80	0.04	124.93	8.20	5.71	
12258.50	0.05	156.16	10.01	7.51	
14710.20	0.06	187.39	12.01	9.51	
17161.90	0.07	218.62	14.01	11.51	
19613.60	0.08	249.85	15.01	12.51	
22065.30	0.09	281.09	17.81	15.32	
24517.00	0.09	312.32	18.21	15.72	Leleh
26968.70	0.10	343.55	20.01	17.52	
29420.40	0.90	374.78	180.11	177.61	
40207.90	2.00	512.20	400.24	397.74	
43640.30	4.00	555.93	800.48	797.98	
43885.50	6.00	559.05	1200.72	1198.23	Max
29420.40	8.00	374.78	1600.96	1598.47	Patah

Grafik 2.6.b. tegangan-regangan baja Deform diameter 22 mm



Batas sebanding : $\sigma_p = 318,47 \text{ Mpa}$

$$\varepsilon_p = 15,72 \times 10^{-4}$$

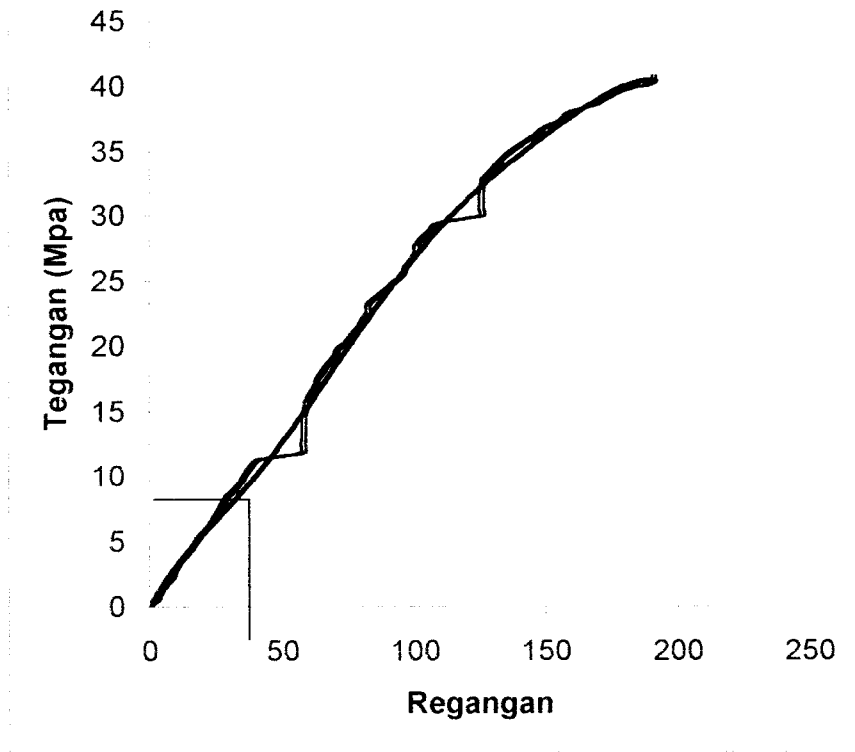
$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{318,47}{15,72 \times 10^{-4}} = 2,026 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

Tabel 3. DESAK BETON

BEBAN		Dial	Tegangan Mpa	Regangan (10 ⁻⁴)	Regangan terkoreksi
KN	N				
1	2	3	4	5	6
0	0,00	0	0,00	0,00	0,00
10	10000	10	0,57	3,32	1,67
20	20000	15	1,13	4,98	3,33
30	30000	20	1,70	6,64	4,99
40	40000	28	2,27	9,29	7,65
50	50000	31	2,83	10,29	8,64
60	60000	36	3,40	11,95	10,30
70	70000	44	3,97	14,60	12,96
80	80000	50	4,54	16,59	14,95
90	90000	55	5,10	18,25	16,61
100	100000	62	5,67	20,58	18,93
110	110000	70	6,24	23,23	21,59
120	120000	75	6,80	24,89	23,25
130	130000	80	7,37	26,55	24,90
140	140000	85	7,94	28,21	26,56
150	150000	90	8,50	29,87	28,22
160	160000	98	9,07	32,53	30,88
170	170000	105	9,64	34,85	33,20
180	180000	110	10,20	36,51	34,86
190	190000	116	10,77	38,50	36,85
200	200000	125	11,34	41,49	39,84
210	210000	175	11,91	58,08	56,43
220	220000	176	12,47	58,41	56,77
230	230000	177	13,04	58,75	57,10
240	240000	177	13,61	58,75	57,10
250	250000	177	14,17	58,75	57,10
260	260000	177	14,74	58,75	57,10
270	270000	179	15,31	59,41	57,76
280	280000	180	15,87	59,74	58,09
290	290000	185	16,44	61,40	59,75
300	300000	190	17,01	63,06	61,41
310	310000	193	17,57	64,06	62,41
320	320000	199	18,14	66,05	64,40
330	330000	205	18,71	68,04	66,39
340	340000	212	19,28	70,36	68,71
350	350000	216	19,84	71,69	70,04
360	360000	226	20,41	75,01	73,36
370	370000	233	20,98	77,33	75,68
380	380000	240	21,54	79,65	78,01
390	390000	245	22,11	81,31	79,67
400	400000	250	22,68	82,97	81,33
410	410000	250	23,24	82,97	81,33
420	420000	260	23,81	86,29	84,65
430	430000	270	24,38	89,61	87,96
440	440000	280	24,94	92,93	91,28
450	450000	289	25,51	95,92	94,27

460	460000	292	26,08	96,91	95,27
470	470000	299	26,65	99,24	97,59
480	480000	305	27,21	101,23	99,58
490	490000	305	27,78	101,23	99,58
500	500000	311	28,35	103,22	101,57
510	510000	320	28,91	106,21	104,56
520	520000	330	29,48	109,53	107,88
530	530000	379	30,05	125,79	124,14
540	540000	379	30,61	125,79	124,14
550	550000	379	31,18	125,79	124,14
560	560000	379	31,75	125,79	124,14
570	570000	380	32,31	126,12	124,47
580	580000	382	32,88	126,78	125,14
590	590000	390	33,45	129,44	127,79
600	600000	398	34,02	132,09	130,45
610	610000	405	34,58	134,42	132,77
620	620000	416	35,15	138,07	136,42
630	630000	428	35,72	142,05	140,40
640	640000	441	36,28	146,37	144,72
650	650000	452	36,85	150,02	148,37
660	660000	470	37,42	155,99	154,34
670	670000	480	37,98	159,31	157,66
680	680000	506	38,55	167,94	166,29
690	690000	521	39,12	172,92	171,27
700	700000	539	39,69	178,89	177,24
710	710000	573	40,25	190,18	188,53
720	720000	576	40,82	191,17	189,52

Grafik 3.2.b. desak beton

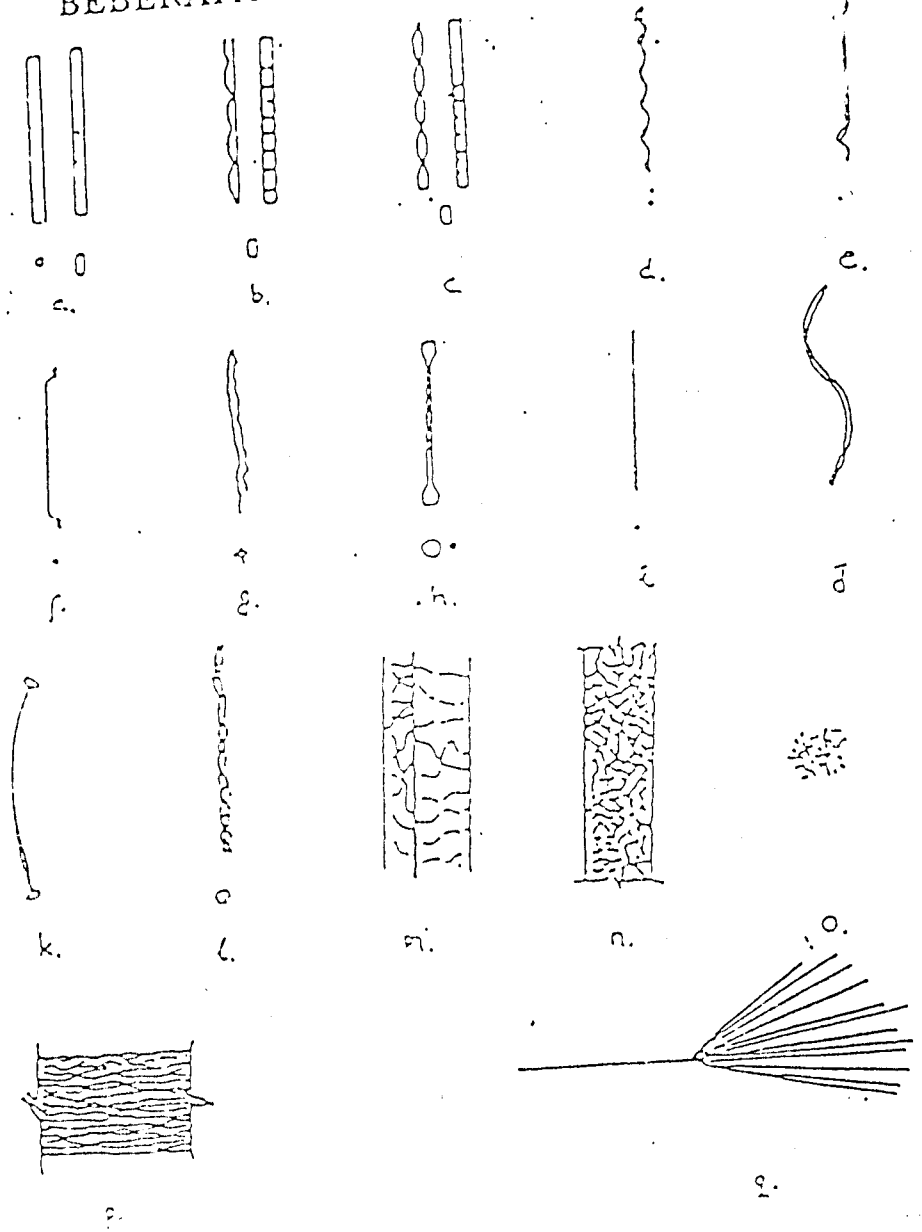


Batas sebanding : $\tau_p = 10 \text{ Mpa}$

$$\varepsilon_p = 37 \times 10^{-4}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\tau_p}{\varepsilon_p} = \frac{10}{37 \times 10^{-4}} = 270,27 \text{ Mpa}$$

BEBERAPA VARIASI TIPE SERAT



Variasi tipe serat (*fiber*)

- (a) - (h) serat baja
 - (i) serat gelas
 - (j) - (n) serat plastik
 - (o) - (q) serat karbon
- (Sumber : Soroushian & Bayasi, 1987)

Mix Design Dengan Metode ACI

Silinder :

Jumlah sample	= 99 buah
Dimensi	= - Tinggi = 30 cm - Diameter = 15 cm
Volume	= $0,25 \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 = 0,0053 \text{ m}^3$
Volume Total	= $99 \times 0,0053 = 0,5247 \text{ m}^3$

Jadi volume total = 0,5247 m³

Jenis konstruksi (Plat, Balok, Kolom) → Nilai slump : antara 7,5 cm – 15 cm

Vol. Tot. = $0,5247 \text{ m}^3 < 1000 \text{ m}^3$ → Vol. pekerjaan Kecil

→ Mutu pelaksanaan baik, diambil nilai $d_s = 40 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa} = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \square f'_{cr} &= f'_c + m ; m = 1,64 \cdot d_s \\ &= 300 + (1,64 \cdot 40) \\ &= 365,6 \text{ kg/cm}^2 = 36,56 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\square \text{ Untuk } f'_{cr} = 36,56 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{f.a.s.} = 0,575 \text{ (dari tabel interpolasi)}$$

Jumlah air yg dibutuhkan berdasar nilai slump dan (ukuran agregat max = 20 mm) dari tabel didapat jumlah Air = 208 kg/m^3 dengan udara terperangkap = 2 %

□ Kebutuhan semen

$$\text{f.a.s.} = 0,575 \rightarrow \text{Air / Semen}$$

$$\text{Semen} = \text{Air} / 0,48 \rightarrow 208 / 0,575 = 361,73 \text{ kg/m}^3$$

digunakan:

Pasir : $B_j = 2,758 \text{ t/m}^3$

MHB = $2,8 \text{ t/m}^3$

Kerikil : $B_j = 2,616 \text{ t/m}^3$

Berat satuan ditusuk = $1,434 \text{ t/m}^3$

Semen : $B_j = 3,15 \text{ t/m}^3$

□ **Menentukan volume agregat kasar per satuan volume**

MHB pasir	= 2,8	Dari tabel diperoleh Vol. agregat kasar = $0,61 \text{ m}^3$
Ukuran max kerikil	= 20mm	
Berat agregat kasar	= $0,61 \times 1,434 = 0,874 \text{ ton} \times 1000$	
	= 874 kg	
Volume kerikil	= $0,874 / 2,616 = 0,334 \text{ m}^3$	

□ **Hitungan volume agregat halus**

Vol. Semen	= $361,739 (3,15 \times 1000)$	= $0,115 \text{ m}^3$
Vol. Air	= $208 / 1000$	= $0,208 \text{ m}^3$
Vol. Agregat kasar	= $0,874 / 2,616$	= $0,334 \text{ m}^3$
Vol. Udara	= 2 %	= $0,020 \text{ m}^3$
		<u>$0,677 \text{ m}^3$</u>
volume agregat halus	= $1 - 0,677 = 0,323 \text{ m}^3$	
berat agregat halus	= $0,323 \times 2,758 \times 1000 = 832,694 \text{ kg}$	

□ **Jadi perbandingan adukan beton per 1 m^3**

$$\text{SP : Ps : Kr : Air} = 361,739 : 832,694 : 874 : 208$$
$$= 1 : 2,302 : 2,017416 : 0,575$$

□ **Kebutuhan material dari total volume pekerjaan ($0,5247 \text{ m}^3$)**

1. Semen	= $361,739 \times 0,5247$	= 189,804 kg
2. Pasir	= $832,694 \times 0,5247$	= 436,915 kg
3. Kerikil	= $874 \times 0,5247$	= 458,6 kg
4. Air	= $208 \times 0,5247$	= 109,137 liter

Jumlah total kebutuhan material tanpa serat bendrat:

$$= 189,804 + 436,915 + 458,6 + 109,137 = 1194,456 \text{ kg}$$

□ **Kebutuhan serat bendrat:**

$$\frac{\text{total material}}{\text{jumlah. Var}} = 1194,456 / 1 = 1194,456 \text{ kg}$$

$$- \text{ Variasi } 1,0\% \times 1194,456 = 11,945 \text{ kg}$$

□ **Kebutuhan kerikil (berat total = 458,6 kg) dibagi menjadi 3 gradasi yaitu:**

a. Ukuran besar ($\varnothing 12,5$ s.d 20 mm) = $83\% \times 458,6 = 380,64 \text{ kg}$

b. Ukuran sedang ($\varnothing 9,5$ s.d $12,5 \text{ mm}$) = $62\% \times 458,6 = 284,33 \text{ kg}$

c. Ukuran kecil ($\varnothing 1$ s.d $9,5 \text{ mm}$) = $44\% \times 458,6 = 201,78 \text{ kg}$

Perbandingan gradasi kerikil $380,64 : 284,33 : 201,78$
 $1,886 : 1,409 : 1$

□ **Kebutuhan material dalam 1 kali adukan beton (Vol. Mixer = $0,08 \text{ m}^3$)**

1. Semen = $189,804 \times 0,08 = 15,184 \text{ kg}$

2. Pasir = $436,915 \times 0,08 = 34,953 \text{ kg}$

3. Kerikil = $458,600 \times 0,08 = 36,700 \text{ kg}$

4. Air = $109,137 \times 0,08 = 8,731 \text{ liter}$

5. Serat bendrat

$$(1,0\% \text{ serat bendrat}) = 1,0\% \times 1194,456 \times 0,08 = 0,955 \text{ kg}$$

□ **Kebutuhan campuran kerikil per-adukan (Vol.= $0,08 \text{ m}^3$)**

○ Besar = $\frac{1,886}{4,2951} \times 36,700 = 16,115 \text{ kg}$

○ Sedang = $\frac{1,409}{4,2951} \times 36,700 = 12,040 \text{ kg}$

○ Kecil = $\frac{1}{4,2951} \times 36,700 = 8,544 \text{ kg}$

□ **Kebutuhan material dalam 1x adukan beton (13 buah silinder = 13 x 0,0053 = 0,0689 m³)**

1. Semen = $361,739 \times 0,0689 + 10\% = 25,023 \text{ kg}$

2. Pasir = $832,694 \times 0,0689 + 10\% = 57,472 \text{ kg}$

3. Kerikil

Besar = $\frac{1,88\%}{4,295} \times 458,600 \times 0,0689 + 10\% = 15,262 \text{ kg}$

Sedang = $\frac{1,46\%}{4,295} \times 458,600 \times 0,0689 + 10\% = 11,402 \text{ kg}$

Kecil = $\frac{1,06\%}{4,295} \times 458,600 \times 0,0689 + 10\% = 8,100 \text{ kg}$

4. Air = $208 \times 0,0689 + 10\% = 15,764 \text{ liter}$

5. Serat bendrat

$(1,0\% \text{ serat bendrat}) = 1,0\% \times 1194,456 \times 0,0689 + 10\% = 0,93 \text{ kg}$

$= 1 \text{ kg}$

Tabel 6.1 Pengujian pull-out TPL 2 (1) 13

BEBAN (N)	Disar	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
	TPL 2 (1) 13				
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
980,68	0,02	0,010	0,004	0,170	0,022
1961,36	0,04	0,032	0,008	0,240	1,164
2942,04	0,05	0,047	0,009	0,360	1,457
3922,72	0,20	0,063	0,137	0,480	5,619
4903,40	0,45	0,078	0,371	0,601	13,095
5884,08	0,50	0,095	0,405	0,721	14,548
6864,76	0,65	0,110	0,540	0,841	18,912
7845,44	0,78	0,126	0,654	0,961	22,694
8826,12	0,90	0,142	0,758	1,081	26,186
9806,80	1,01	0,158	0,852	1,201	29,386
10787,48	1,12	0,174	0,946	1,321	32,587
11768,16	1,22	0,189	1,031	1,441	35,496
12748,84	1,34	0,205	1,135	1,562	38,987
13729,52	1,43	0,221	1,209	1,682	41,606
14710,20	1,56	0,237	1,328	1,802	45,388
15690,88	1,66	0,253	1,407	1,922	48,298
16671,56	1,77	0,268	1,502	2,042	51,498
17652,24	1,86	0,284	1,576	2,162	54,117
18632,92	1,96	0,300	1,660	2,282	57,026
19613,60	2,05	0,316	1,734	2,402	59,645
20594,28	2,08	0,331	1,749	2,523	60,518
21574,96	2,22	0,347	1,873	2,643	64,591
22555,64	2,32	0,363	1,957	2,763	67,501
23536,32	2,41	0,379	2,031	2,883	70,119
24517,00	2,51	0,395	2,115	3,003	73,029
25497,68	2,60	0,410	2,190	3,123	75,647
26478,36	2,70	0,426	2,274	3,243	78,557
27459,04	2,80	0,442	2,358	3,363	81,456
28439,72	2,88	0,458	2,422	3,484	83,794
29420,40	3,02	0,474	2,546	3,604	87,697

R_{max} 50496

Tabel 6.2. Pengujian pull-out TPL 2 (2) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp Tui (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TPL 2 (2) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2451,70	0,64	0,641	0,599	0,300	17,307
4903,40	0,91	0,082	0,828	0,601	25,462
7355,10	1,18	0,123	1,057	0,903	33,618
9806,80	1,40	0,164	1,236	1,201	39,172
12258,50	1,62	0,205	1,315	1,502	42,529
14710,20	1,75	0,246	1,504	1,802	48,965
17161,90	1,90	0,287	1,613	2,103	53,160
19613,60	2,05	0,328	1,722	2,402	57,359
22065,30	2,20	0,369	1,831	2,703	61,556
24517,00	2,30	0,410	1,890	3,003	64,354
26968,70	3,04	0,451	2,589	3,303	85,059
29420,40	3,60	0,492	3,108	3,604	100,727
31872,10	3,68	0,533	3,147	3,904	102,966
34323,80	3,80	0,574	3,226	4,204	106,323
36775,50	3,91	0,616	3,294	4,505	109,401
39227,20	4,04	0,657	3,363	4,805	113,039
41678,90	4,15	0,698	3,452	5,105	116,116
44130,60	4,24	0,739	3,501	5,406	118,635
46582,30	4,35	0,780	3,570	5,706	121,712
49034,00	4,45	0,821	3,629	6,006	124,510
51485,70	4,61	0,862	3,748	6,306	128,987
53937,40	4,76	0,903	3,877	6,607	133,744
56389,10	5,00	0,944	4,056	6,907	139,899
58840,80	5,30	0,985	4,515	7,207	165,081
59527,28	7,15	0,996	6,154	7,291	200,056
59821,48	8,55	1,001	7,549	7,327	239,220
60311,82	9,48	1,009	8,471	7,388	265,249
60311,82	10,33	1,009	9,321	7,388	289,032
60311,82	11,16	1,009	10,151	7,388	312,255

p max 60311,82

Tabel 6.3. Pengujian pull-out TPL 2 (1) 19

BEBAN (N)	Disai	Perp. Tul (mm)	Sip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 2 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,30	0,016	0,384	0,205	3,824
4903,40	1,15	0,033	1,117	0,411	33,824
7355,10	1,90	0,049	1,851	0,616	55,294
9806,80	2,28	0,065	2,215	0,822	67,059
12258,50	2,40	0,081	2,919	1,027	70,566
14710,20	2,70	0,098	2,602	1,233	79,412
17161,90	2,90	0,114	2,736	1,438	85,294
19613,60	3,05	0,130	2,920	1,644	89,706
22065,30	3,18	0,147	3,033	1,849	93,520
24517,00	3,32	0,163	3,157	2,055	97,647
26968,70	3,45	0,179	3,271	2,260	101,471
29420,40	3,58	0,195	3,385	2,466	105,294
31872,10	3,68	0,212	3,468	2,671	108,235
34323,80	3,80	0,228	3,572	2,877	111,765
36775,50	3,90	0,244	3,656	3,082	114,706
39227,20	4,03	0,260	3,770	3,288	118,529
41678,90	4,13	0,277	3,853	3,493	121,471
44130,60	4,25	0,293	3,957	3,699	125,000
46582,30	4,39	0,309	4,081	3,904	129,118
49034,00	4,52	0,326	4,194	4,109	132,941
51485,70	4,64	0,342	4,298	4,315	136,471
53937,40	4,77	0,356	4,412	4,520	140,294
56389,10	4,90	0,374	4,526	4,726	144,118
58840,80	5,02	0,391	4,629	4,931	147,647
61293,75	5,14	0,407	4,733	5,137	151,176
61292,50	5,27	0,407	4,862	5,137	155,000
63744,20	5,43	0,423	5,007	5,342	159,706
66195,90	5,55	0,440	5,110	5,548	163,235
68647,60	5,79	0,456	5,334	5,753	170,294
73060,66	6,25	0,485	5,735	6,123	183,824

$\sigma_{max} / 3000,66$

Tabel 6.4. Pengujian pull-out TPL 2 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Peip Tul (mm)	Sip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 2 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,40	0,016	0,384	0,205	12,230
4903,40	1,00	0,031	0,969	0,411	30,581
7355,10	1,35	0,047	1,303	0,616	41,284
9806,80	1,60	0,063	1,537	0,822	48,930
12258,50	1,80	0,078	1,722	1,027	55,046
14710,20	2,08	0,094	1,986	1,233	63,609
17161,90	2,25	0,110	2,140	1,438	68,807
19613,60	2,44	0,125	2,315	1,644	74,616
22065,30	2,68	0,141	2,539	1,849	81,957
24517,00	2,90	0,157	2,743	2,055	88,685
26968,70	3,04	0,172	2,868	2,260	92,966
29420,40	3,18	0,188	2,992	2,466	97,248
31872,10	3,30	0,204	3,096	2,671	100,917
34323,80	3,40	0,219	3,181	2,877	103,976
36775,50	3,52	0,235	3,285	3,082	107,645
39227,20	3,64	0,250	3,390	3,288	111,315
41678,90	3,74	0,266	3,474	3,493	114,373
44130,60	3,85	0,282	3,566	3,699	117,737
46582,30	3,95	0,297	3,653	3,904	120,795
49034,00	4,05	0,313	3,737	4,109	123,650
51485,70	4,15	0,329	3,821	4,315	126,911
53937,40	4,25	0,344	3,906	4,520	129,969
56389,10	4,35	0,360	3,990	4,726	133,028
58840,80	4,45	0,376	4,074	4,931	136,086
61292,50	4,55	0,391	4,159	5,137	139,144
63744,20	4,66	0,407	4,250	5,342	142,500
66195,90	4,74	0,423	4,317	5,548	144,954
68647,50	4,91	0,438	4,472	5,753	150,150
71100,75	5,08	0,454	4,626	5,959	155,352
72325,15	5,31	0,462	4,848	6,061	162,335

9 max 72325,15

Tabel 6.5. Pengujian pull-out TPL 2 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg. Lekat Mpa	Kegangan Pull Out (10 ¹)
	TPL 2 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.89	0.010	0.880	0.177	27.285
4903.40	1.12	0.020	1.100	0.355	34.462
7355.10	1.40	0.030	1.370	0.532	43.037
9806.80	1.62	0.040	1.580	0.710	49.646
12258.50	1.79	0.050	1.740	0.887	55.077
14710.20	2.00	0.060	1.940	1.065	61.538
17161.90	2.18	0.070	2.110	1.242	67.077
19613.60	2.30	0.080	2.220	1.420	70.769
22065.30	2.47	0.090	2.380	1.597	76.000
24517.00	2.60	0.100	2.500	1.775	80.000
26968.70	2.75	0.110	2.640	1.952	84.615
29420.40	2.86	0.120	2.740	2.129	88.000
31872.10	2.99	0.130	2.860	2.307	92.000
34323.80	3.09	0.140	2.950	2.484	95.077
36775.50	3.20	0.151	3.040	2.662	98.462
39227.20	3.30	0.161	3.139	2.839	101.538
41678.90	3.41	0.171	3.239	3.017	104.923
44130.60	3.52	0.181	3.339	3.194	108.308
46582.30	3.63	0.191	3.439	3.372	111.692
49034.00	3.74	0.201	3.539	3.549	115.077
51485.70	3.83	0.211	3.619	3.727	117.846
53937.40	3.94	0.221	3.719	3.904	121.231
56389.10	4.04	0.231	3.809	4.081	124.308
58840.80	4.14	0.241	3.889	4.259	127.385
61292.50	4.25	0.251	3.999	4.436	130.769
63744.20	4.35	0.261	4.089	4.614	133.846
66195.90	4.58	0.271	4.309	4.791	140.923

p max 66490.10

Tabel 6.6. Pengujian pull-out TPL 2 (2) 22

BEBAN (N)	Dial TPL 2 (2) 22	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,15	0,010	0,146	0,177	4,547
4903,40	1,08	0,020	1,060	0,355	32,727
7355,10	1,70	0,031	1,669	0,532	51,515
9806,80	2,07	0,041	2,029	0,710	62,727
12258,50	2,38	0,051	2,329	0,887	72,121
14710,20	2,65	0,061	2,589	1,065	80,303
17161,90	2,95	0,071	2,879	1,242	89,394
19613,60	3,10	0,082	3,018	1,420	93,939
22065,30	3,30	0,092	3,268	1,597	100,000
24517,00	3,50	0,102	3,398	1,775	106,061
26968,70	3,60	0,112	3,488	1,952	109,091
29420,40	3,75	0,122	3,628	2,129	113,636
31872,10	3,86	0,132	3,728	2,307	116,970
34323,80	3,99	0,143	3,847	2,484	120,909
36775,50	4,10	0,153	3,947	2,662	124,242
39227,20	4,24	0,163	4,077	2,839	128,485
41678,90	4,35	0,173	4,177	3,017	131,818
44130,60	4,45	0,183	4,267	3,194	134,846
46582,30	4,57	0,194	4,376	3,372	138,485
49034,00	4,70	0,204	4,496	3,549	142,424
51485,70	4,79	0,214	4,576	3,727	145,152
53937,40	4,90	0,224	4,676	3,904	148,485
56389,10	4,99	0,234	4,756	4,081	151,212
58840,80	5,10	0,245	4,855	4,259	154,545
61292,50	5,20	0,255	4,945	4,436	157,576
63744,20	5,30	0,265	5,025	4,614	160,606
66195,90	5,41	0,275	5,135	4,791	163,939
68647,60	5,51	0,285	5,225	4,969	166,970
71099,30	5,70	0,295	5,405	5,146	172,727
73551,00	5,85	0,306	5,544	5,324	177,273
76002,70	6,08	0,316	5,764	5,501	184,242

p_{max} 76983,38

Tabel 6.7. Pengujian pull-out TDL 2 (1) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TDL 2 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.40	0.023	0.377	0.304	9.874
4903.40	0.80	0.046	0.754	0.608	19.347
7355.10	1.05	0.069	0.981	0.911	25.308
9806.80	1.35	0.091	1.259	1.215	32.648
12258.50	1.55	0.114	1.436	1.519	37.455
14710.20	1.81	0.137	1.673	1.823	43.773
17161.90	2.00	0.160	1.840	2.127	48.368
19613.60	2.20	0.183	2.017	2.430	53.204
22065.30	2.40	0.206	2.194	2.734	58.041
24517.00	2.58	0.228	2.352	3.038	62.394
26968.70	2.70	0.251	2.449	3.342	65.296
29420.40	2.87	0.274	2.596	3.646	69.407
31872.10	3.05	0.297	2.753	3.950	73.761
34323.80	3.18	0.320	2.860	4.253	76.904
36775.50	3.35	0.343	3.007	4.557	81.016
39227.20	3.50	0.365	3.135	4.861	84.643
41678.90	3.74	0.388	3.352	5.165	90.447
44130.60	3.95	0.411	3.539	5.469	95.526
46582.30	5.10	0.434	4.666	5.772	123.337
46582.30	7.30	0.434	6.866	5.772	176.542
46876.50	8.50	0.437	8.063	5.809	205.562
49004.00	9.40	0.457	8.943	6.076	227.328
50995.36	10.05	0.475	9.575	6.319	243.047
53937.40	11.45	0.502	10.348	6.684	276.904
56389.10	12.09	0.525	11.565	6.988	292.382
58840.80	12.41	0.548	11.862	7.291	300.121
61292.50	13.30	0.571	12.729	7.595	321.644
63744.20	14.09	0.594	13.496	7.899	340.750

D max 68745.67

Tabel 6.8. Pengujian pull-out TDL 2 (2) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TDL 2 (2) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,70	0,023	0,677	0,004	16,820
4903,40	1,22	0,046	1,174	0,608	29,504
7355,10	1,65	0,069	1,581	0,911	39,903
9806,80	2,12	0,091	2,029	1,215	51,270
12258,50	2,55	0,114	2,436	1,519	61,660
14710,20	3,05	0,137	2,913	1,823	73,761
17161,90	3,35	0,160	3,190	2,127	81,016
19613,60	3,70	0,183	3,517	2,430	89,480
22065,30	4,05	0,206	3,844	2,734	97,944
24517,00	4,35	0,228	4,122	3,038	105,200
26968,70	4,61	0,251	4,359	3,342	111,487
29420,40	4,94	0,274	4,666	3,646	119,468
31872,10	5,15	0,297	4,853	3,950	124,547
34323,80	5,40	0,320	5,030	4,253	130,590
36775,50	5,69	0,343	5,347	4,557	137,606
39227,20	5,95	0,365	5,585	4,861	143,894
41678,90	6,26	0,388	5,872	5,165	151,391
44130,60	7,72	0,411	7,309	5,469	186,699
46582,30	8,30	0,434	7,866	5,772	200,726
46582,30	9,30	0,434	8,866	5,772	224,909
46582,30	10,00	0,434	9,566	5,772	241,838
46582,30	11,00	0,434	10,500	5,772	266,022
46778,44	12,00	0,436	11,564	5,797	290,206
48543,66	13,00	0,452	12,548	6,015	314,380
49034,00	14,15	0,457	13,693	6,076	342,201
49034,00	15,00	0,457	14,543	6,076	362,757
51485,70	16,40	0,480	15,920	6,380	396,614
51485,70	17,00	0,480	16,520	6,380	411,120
51976,04	18,00	0,484	17,516	6,441	435,308
53937,40	18,90	0,502	18,398	6,684	457,074
53937,40	19,00	0,502	18,498	6,684	459,492
54918,08	20,00	0,512	19,488	6,805	483,676
56389,10	21,70	0,525	21,175	6,988	524,788
58840,80	25,57	0,543	25,022	7,291	618,380
60311,82	28,00	0,562	27,438	7,474	677,146

P max 67666,92

Tabel 6.9. Pengujian pull-out TDL 2 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
	TDL 2 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.45	0.016	0.434	0.205	12.063
4903.40	0.78	0.032	0.748	0.411	21.429
7355.10	1.08	0.049	1.031	0.616	29.670
9806.80	1.30	0.065	1.235	0.822	35.714
12258.50	1.47	0.081	1.389	1.027	40.325
14710.20	1.65	0.097	1.553	1.233	45.330
17161.90	1.82	0.114	1.706	1.438	50.000
19613.60	2.01	0.130	1.880	1.644	55.220
22065.30	2.15	0.146	2.004	1.849	59.066
24517.00	2.28	0.162	2.118	2.055	62.637
26968.70	2.37	0.179	2.191	2.260	65.110
29420.40	2.55	0.195	2.355	2.466	70.055
31872.10	2.65	0.211	2.439	2.671	72.802
34323.80	2.76	0.227	2.533	2.877	75.824
36775.50	2.91	0.244	2.666	3.082	79.945
39227.20	3.05	0.260	2.790	3.288	83.791
41678.90	3.15	0.276	2.874	3.493	86.538
44130.60	3.25	0.292	2.958	3.699	89.266
46582.30	3.40	0.309	3.091	3.904	93.407
49034.00	3.50	0.325	3.175	4.109	96.154
51485.70	3.62	0.341	3.279	4.315	99.451
53937.40	3.75	0.357	3.393	4.520	103.022
56389.10	3.85	0.374	3.476	4.726	105.769
58840.80	3.95	0.390	3.560	4.931	108.516
61292.50	4.05	0.406	3.644	5.137	111.264
63744.20	4.18	0.422	3.758	5.342	114.835
66195.90	4.29	0.439	3.851	5.548	117.857
68647.60	4.38	0.455	3.905	5.753	119.780
71099.30	4.50	0.471	4.029	5.959	123.626
73551.00	4.59	0.487	4.103	6.164	126.099
76002.70	4.67	0.504	4.166	6.370	128.297
78454.40	4.78	0.520	4.260	6.575	131.319
80906.10	4.91	0.536	4.374	6.781	134.890
83357.80	5.05	0.552	4.498	6.986	138.736
85809.50	5.15	0.569	4.581	7.192	141.484
88261.20	5.22	0.585	4.635	7.397	143.407
90712.90	5.35	0.601	4.749	7.602	146.978
93164.60	5.46	0.617	4.843	7.808	150.000
95616.30	5.53	0.634	4.896	8.013	151.923
98068.00	5.62	0.650	4.970	8.219	154.396
100519.70	5.71	0.666	5.044	8.424	156.868
102971.40	5.80	0.682	5.118	8.630	159.341
105423.10	5.93	0.699	5.231	8.835	162.912
107874.80	6.02	0.715	5.305	9.041	165.385
110326.50	6.15	0.731	5.419	9.246	168.956

P max 112533.03

Tabel 6.10. Pengujian pull-out TDL 2 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg.Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
	TDL 2 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,25	0,016	0,234	0,205	6,368
4903,40	0,79	0,032	0,758	0,411	21,703
7355,10	1,15	0,049	1,101	0,616	31,508
9806,80	1,55	0,065	1,485	0,822	42,582
12258,50	1,82	0,081	1,739	1,027	50,000
14710,20	2,20	0,097	2,103	1,233	60,440
17161,90	2,49	0,114	2,376	1,438	68,407
19613,60	2,75	0,130	2,620	1,644	75,549
22065,30	3,05	0,146	2,904	1,849	83,791
24517,00	3,36	0,162	3,198	2,055	92,308
26968,70	3,55	0,179	3,371	2,260	97,527
29420,40	3,91	0,195	3,715	2,466	107,418
31872,10	4,39	0,211	4,179	2,671	120,604
34323,80	4,80	0,227	4,573	2,877	131,868
36775,50	5,25	0,244	5,006	3,082	144,231
39227,20	6,05	0,260	5,790	3,288	166,209
41678,90	6,20	0,276	5,924	3,493	170,330
44130,60	6,32	0,292	6,028	3,699	173,626
46582,30	6,51	0,309	6,201	3,904	178,846
49034,00	6,70	0,325	6,375	4,109	184,066
51485,70	6,89	0,341	6,549	4,315	189,286
53937,40	7,05	0,357	6,693	4,520	193,681
56389,10	7,20	0,374	6,826	4,726	197,802
58840,80	7,38	0,390	6,990	4,931	202,747

P max 59331,14

Tabel 6.11. Pengujian pull-out TDL 2 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
	TDL 2 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.30	0.010	0.290	0.177	9.119
4903.40	0.70	0.021	0.679	0.355	21.277
7355.10	1.00	0.031	0.969	0.532	30.395
9806.80	1.30	0.042	1.258	0.710	39.514
12258.50	1.52	0.052	1.462	0.887	46.204
14710.20	1.78	0.063	1.717	1.065	54.103
17161.90	2.05	0.073	1.977	1.242	62.310
19613.60	2.26	0.084	2.176	1.420	68.693
22065.30	2.45	0.094	2.356	1.597	74.468
24517.00	2.62	0.105	2.515	1.775	79.635
26968.70	2.72	0.115	2.605	1.952	82.675
29420.40	2.95	0.126	2.824	2.129	89.666
31872.10	3.11	0.136	2.974	2.307	94.529
34323.80	3.26	0.147	3.113	2.484	99.088
36775.50	3.40	0.157	3.243	2.662	103.343
39227.20	3.55	0.168	3.382	2.839	107.909
41678.90	3.69	0.178	3.512	3.017	112.158
44130.60	3.82	0.189	3.631	3.194	116.109
46582.30	3.96	0.199	3.761	3.372	120.365
49034.00	4.10	0.210	3.890	3.549	124.620
51485.70	4.22	0.220	4.000	3.727	128.267
53937.40	4.36	0.231	4.149	3.904	133.131
56389.10	4.50	0.241	4.259	4.081	136.778
58840.80	4.61	0.251	4.359	4.259	140.122
61292.50	4.78	0.262	4.518	4.436	145.289
63744.20	4.89	0.272	4.618	4.614	148.632
66195.90	5.02	0.283	4.737	4.791	152.584
68647.60	5.25	0.293	4.957	4.969	159.574

p max 69628.28

Tabel 6.12. Pengujian pull-out TDL 2 (2) 22

BEBAN (N)	Dial TDL 2 (2) 22	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,40	0,010	0,390	0,177	12,158
4903,40	0,90	0,021	0,879	0,355	27,356
7355,10	1,39	0,031	1,359	0,532	42,240
9806,80	1,72	0,042	1,678	0,710	52,280
12258,50	2,10	0,052	2,048	0,887	63,830
14710,20	2,39	0,063	2,327	1,065	72,644
17161,90	2,60	0,073	2,527	1,242	79,027
19613,60	2,80	0,084	2,716	1,420	85,106
22065,30	3,05	0,094	2,956	1,597	92,705
24517,00	3,25	0,105	3,145	1,775	98,784
26968,70	3,39	0,115	3,275	1,952	103,040
29420,40	3,55	0,126	3,424	2,129	107,903
31872,10	3,72	0,136	3,584	2,307	113,070
34323,80	3,89	0,147	3,743	2,484	118,237
36775,50	4,19	0,157	4,033	2,662	127,356
39227,20	4,31	0,168	4,142	2,839	131,003
41678,90	4,45	0,178	4,272	3,017	135,258
44130,60	4,60	0,189	4,411	3,194	139,816
46582,30	4,75	0,199	4,551	3,372	144,377
49034,00	4,89	0,210	4,680	3,549	148,632
51485,70	5,12	0,220	4,900	3,727	155,623
53937,40	5,25	0,231	5,019	3,904	159,574
56389,10	5,41	0,241	5,169	4,081	164,438
58840,80	5,52	0,251	5,269	4,259	167,781
61292,50	5,65	0,262	5,388	4,436	171,733
63744,20	5,84	0,272	5,568	4,614	177,500

P max 67912,09

Tabel 6.13. Pengujian pull-out TD9 2 (1) 13

BEBAN (N)	Dial TD9 2 (1)	Perp. Tui (mm)	Slip Total (mm)	reg. Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,32	0,019	0,301	0,304	9,222
4903,40	0,90	0,038	0,862	0,608	25,937
7355,10	1,30	0,057	1,243	0,911	37,464
9806,80	1,85	0,077	1,773	1,215	53,314
12258,50	2,20	0,096	2,104	1,519	63,401
14710,20	2,50	0,115	2,385	1,823	72,046
17161,90	2,80	0,134	2,666	2,127	80,692
19613,60	3,05	0,153	2,897	2,430	87,896
22065,30	3,35	0,172	3,178	2,734	96,542
24517,00	3,60	0,192	3,403	3,038	103,746
26968,70	3,85	0,211	3,639	3,342	110,951
29420,40	4,10	0,230	3,870	3,646	118,156
31872,10	4,30	0,249	4,051	3,950	123,919
34323,80	4,54	0,268	4,272	4,253	130,836
36775,50	4,80	0,287	4,513	4,557	138,329
39227,20	5,08	0,307	4,773	4,861	146,398
41678,90	5,40	0,326	5,074	5,165	155,620
44130,60	5,75	0,345	5,405	5,469	165,706
46582,30	6,40	0,364	6,036	5,772	184,438
49034,00	12,86	0,383	12,477	6,076	370,605
51485,70	14,85	0,402	14,448	6,380	427,954
53937,40	16,35	0,422	15,926	6,684	471,162
56389,10	18,05	0,441	17,609	6,988	520,173
58840,80	20,80	0,460	20,340	7,291	589,424
61292,50	22,91	0,479	22,431	7,595	660,231

p max 66931,41

Tabel 6.14. Pengujian pull-out TD9 2 (2) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg Lekat Mpa	Regangan Pull Out (10 ⁻¹)
	TD9 2 (2) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,82	0,019	0,801	0,304	23,631
4903,40	1,69	0,038	1,652	0,608	48,709
7355,10	2,15	0,057	2,993	0,911	61,990
9806,80	2,45	0,077	2,373	1,215	70,605
12258,50	2,79	0,096	2,694	1,519	80,403
14710,20	3,10	0,115	2,985	1,823	89,337
17161,90	3,45	0,134	3,316	2,127	99,424
19613,60	3,72	0,153	3,567	2,430	107,205
22065,30	4,05	0,172	3,878	2,734	116,715
24517,00	4,32	0,192	4,128	3,038	124,496
26968,70	4,60	0,211	4,389	3,342	132,565
29420,40	4,95	0,230	4,720	3,646	142,651
31872,10	5,15	0,249	4,901	3,950	148,415
34323,80	5,45	0,268	5,182	4,253	157,061
36775,50	5,72	0,287	5,433	4,557	164,841
39227,20	5,85	0,307	5,543	4,861	168,588
41678,90	6,30	0,326	5,974	5,165	181,556
44130,60	6,62	0,345	6,275	5,469	190,778
46582,30	9,82	0,364	9,456	5,772	282,997
48298,49	10,41	0,378	10,032	5,985	300,000
49034,00	10,81	0,383	10,427	6,076	311,527
51485,70	15,11	0,402	14,706	6,380	435,447
51976,04	16,96	0,406	16,554	6,441	488,761
53201,89	17,79	0,416	17,374	6,593	512,880
53937,40	18,60	0,422	18,178	6,684	536,023
55408,42	19,90	0,433	19,467	6,866	573,487
56389,10	20,85	0,441	20,409	6,988	600,865
58840,80	22,70	0,460	22,240	7,291	654,179
60311,82	24,45	0,471	23,979	7,474	704,611
61292,50	26,90	0,479	26,431	7,595	775,216
62763,52	29,90	0,491	29,409	7,778	861,671

P max 60195,9

Tabel 6.15. Pengujian pull-out TD9 2 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tuli (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Lekat Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻³)
	TD9 2 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,91	0,015	0,895	0,205	26,453
4903,40	1,53	0,031	1,499	0,411	44,477
7355,10	2,10	0,046	2,054	0,616	61,047
9806,80	2,45	0,061	2,389	0,822	71,221
12258,50	2,92	0,077	2,843	1,027	84,884
14710,20	3,31	0,092	3,218	1,233	96,221
17161,90	3,60	0,107	3,493	1,438	104,651
19613,60	3,82	0,123	3,697	1,644	111,047
22065,30	4,10	0,138	3,962	1,849	119,186
24517,00	4,35	0,154	4,196	2,055	126,453
26968,70	4,50	0,169	4,331	2,260	130,814
29420,40	4,75	0,184	4,566	2,466	138,081
31872,10	4,98	0,200	4,780	2,671	144,767
34323,80	5,19	0,215	4,975	2,877	150,872
36775,50	5,32	0,230	5,090	3,082	154,651
39227,20	5,55	0,246	5,304	3,286	161,337
41678,90	5,78	0,261	5,519	3,493	168,023
44130,60	6,02	0,276	5,744	3,699	175,000
46582,30	6,28	0,292	5,988	3,904	182,558
49034,00	6,56	0,307	6,253	4,109	190,696
51485,70	6,75	0,322	6,428	4,315	196,221
53937,40	7,01	0,336	6,672	4,520	203,779
56389,10	7,26	0,353	6,907	4,726	211,047

p max 57614,95

Tabel 6.16. Pengujian pull-out TD9 2 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 2 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,05	0,015	0,035	0,205	1,453
4903,40	0,55	0,031	0,519	0,411	15,988
7355,10	1,03	0,046	0,934	0,616	29,940
9806,80	1,52	0,061	1,459	0,822	44,186
12258,50	1,93	0,077	1,853	1,027	56,105
14710,20	2,32	0,092	2,228	1,233	67,442
17161,90	2,54	0,107	2,433	1,438	73,837
19613,60	2,98	0,123	2,857	1,644	86,628
22065,30	3,31	0,138	3,172	1,849	96,221
24517,00	3,75	0,154	3,596	2,055	109,012
26968,70	4,10	0,169	3,931	2,260	119,136
29420,40	4,56	0,184	4,376	2,466	132,568
31872,10	5,07	0,200	4,870	2,671	147,384
34323,80	5,28	0,215	5,065	2,877	153,486
36775,50	5,46	0,230	5,230	3,082	158,721
39227,20	5,65	0,246	5,404	3,288	164,244
41678,90	5,85	0,261	5,589	3,493	170,058

P max 41924,07

Tabel 6.17. Pengujian pull-out TD9 2 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 2 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,66	0,012	0,648	0,177	17,600
4903,40	1,10	0,024	1,076	0,355	29,333
7355,10	1,43	0,036	1,304	0,532	38,133
9806,80	1,78	0,048	1,732	0,710	47,467
12258,50	2,05	0,060	1,990	0,887	54,667
14710,20	2,34	0,072	2,268	1,065	62,400
17161,90	2,55	0,084	2,466	1,242	68,000
19613,60	2,75	0,096	2,654	1,420	73,333
22065,30	2,95	0,107	2,843	1,597	78,667
24517,00	3,10	0,119	2,981	1,775	82,667
26968,70	3,25	0,131	3,119	1,952	86,667
29420,40	3,40	0,143	3,257	2,129	90,667
31872,10	3,55	0,155	3,395	2,307	94,667
34323,80	3,70	0,167	3,533	2,484	98,667
36775,50	3,85	0,179	3,671	2,662	102,667
39227,20	4,00	0,191	3,809	2,839	106,667
41678,90	4,15	0,203	3,947	3,017	110,667
44130,60	4,29	0,215	4,075	3,194	114,400
46582,30	4,44	0,227	4,213	3,372	118,400
49034,00	4,56	0,239	4,321	3,549	121,600
51485,70	4,71	0,251	4,459	3,727	125,600
53937,40	4,90	0,263	4,637	3,904	130,667
56389,10	5,03	0,275	4,755	4,081	134,133
58840,80	5,20	0,287	4,913	4,259	138,667
61292,50	5,36	0,299	5,061	4,436	142,933
63744,20	5,51	0,311	5,199	4,614	146,933
66195,90	5,70	0,322	5,378	4,791	152,000
68647,60	5,85	0,334	5,516	4,969	156,000
71099,30	6,06	0,346	5,714	5,146	161,600
73551,00	6,25	0,358	5,892	5,324	166,667

p max 76002,70

Tabel 6.18. Pengujian pull-out TD9 2 (2) 22

BEBAN (N)	Dial TD9 2 (2) 22	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,95	0,007	0,943	0,177	25,333
4903,40	1,49	0,014	1,476	0,355	39,733
7355,10	1,98	0,022	1,958	0,532	52,800
9806,80	2,41	0,029	2,381	0,710	64,267
12258,50	2,82	0,036	2,784	0,887	75,200
14710,20	3,23	0,043	3,187	1,065	86,133
17161,90	3,65	0,051	3,599	1,242	97,333
19613,60	4,05	0,058	3,992	1,420	108,000
22065,30	4,45	0,065	4,385	1,597	118,667
24517,00	4,78	0,072	4,768	1,775	127,467
26968,70	5,10	0,080	5,020	1,952	136,000
29420,40	5,49	0,087	5,403	2,129	146,400
31872,10	5,95	0,094	5,856	2,307	158,667
34323,80	6,45	0,101	6,349	2,484	172,000
36775,50	6,76	0,108	6,652	2,662	180,267
39227,20	7,05	0,116	6,934	2,839	188,000
41678,90	7,20	0,123	7,077	3,017	192,000
44130,60	7,35	0,130	7,220	3,194	196,000
46582,30	7,66	0,137	7,523	3,372	204,267
49034,00	7,80	0,145	7,655	3,549	208,000
51485,70	7,95	0,152	7,798	3,727	212,000
53937,40	8,30	0,159	8,141	3,904	221,333
56389,10	8,50	0,166	8,334	4,081	226,667
58840,80	8,58	0,174	8,406	4,259	228,800
61292,50	8,85	0,181	8,669	4,436	236,000
63744,20	9,00	0,188	8,812	4,614	240,000
66195,90	9,14	0,195	8,945	4,791	243,733
68647,60	9,35	0,202	9,148	4,969	249,333

D max 71344,47

Tabel 6.19. Pengujian pull-out TPL 3 (1) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 3 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,25	0,017	0,233	0,200	7,960
4903,40	0,52	0,035	0,465	0,400	16,561
7355,10	0,90	0,052	0,848	0,601	38,660
9806,80	1,12	0,069	1,051	0,601	35,669
12258,50	1,32	0,087	1,233	1,001	42,038
14710,20	1,52	0,104	1,416	1,201	48,408
17161,90	1,69	0,121	1,569	1,401	53,820
19613,60	1,83	0,139	1,691	1,602	58,280
22065,30	1,96	0,156	1,804	1,802	62,420
24517,00	2,10	0,173	1,927	2,002	66,879
26968,70	2,22	0,191	2,029	2,202	70,701
29420,40	2,36	0,208	2,152	2,402	75,159
31872,10	2,50	0,225	2,275	2,603	79,618
34323,80	2,65	0,243	2,407	2,803	84,395
36775,50	2,80	0,260	2,540	3,003	89,172
39227,20	2,93	0,277	2,653	3,203	93,312
41678,90	3,05	0,295	2,755	3,403	97,134
44130,60	3,22	0,312	2,908	3,604	102,546
46582,30	3,35	0,330	3,020	3,804	106,688
49034,00	3,50	0,347	3,153	4,004	111,465
51485,70	3,65	0,364	3,286	4,204	116,242
53937,40	3,85	0,382	3,466	4,404	122,611
56389,10	4,05	0,399	3,651	4,605	128,961
58840,80	5,14	0,416	4,724	4,805	163,694
61292,50	11,95	0,434	11,516	5,005	380,573

p max 62518,35

Tabel 6.20. Pengujian pull-out TPL 3 (2) 13

BEBAN (N)	Dial TPL 3 (2) 13	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,95	0,017	0,323	0,200	30,257
4903,40	1,28	0,035	1,245	0,400	40,764
7355,10	1,56	0,052	1,508	0,601	49,637
9806,80	1,77	0,069	1,701	0,801	56,569
12258,50	1,96	0,087	1,873	1,001	62,420
14710,20	2,13	0,104	2,026	1,201	67,834
17161,90	2,30	0,121	2,179	1,401	73,248
19613,60	2,46	0,139	2,321	1,602	78,344
22065,30	2,58	0,156	2,474	1,802	82,166
24517,00	2,74	0,173	2,567	2,002	87,261
26968,70	2,83	0,191	2,639	2,202	90,127
29420,40	2,99	0,208	2,782	2,402	95,223
31872,10	3,11	0,225	2,885	2,603	99,045
34323,80	3,25	0,243	3,007	2,803	103,503
36775,50	3,38	0,260	3,120	3,003	107,643
39227,20	3,53	0,277	3,253	3,203	112,420
41678,90	3,67	0,295	3,375	3,403	116,879
44130,60	3,81	0,312	3,498	3,604	121,338
46582,30	3,96	0,330	3,630	3,804	126,115
49034,00	4,13	0,347	3,783	4,004	131,529
51485,70	4,32	0,364	3,956	4,204	137,580
53937,40	4,35	0,382	3,968	4,404	138,535
56389,10	4,61	0,399	4,411	4,605	153,185
58840,80	5,10	0,416	4,684	4,805	162,420
61292,50	7,85	0,434	7,416	5,005	250,000
63744,20	9,70	0,451	9,249	5,205	308,917

P max 62023,01

Tabel 6.22. Pengujian pull-out TPL 3 (2) 19

BEBAN (N)	Dial TPL 3 (2) 19	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Kegangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.30	0.015	0.285	0.137	3.740
4903.40	0.55	0.031	0.519	0.274	16.035
7355.10	0.74	0.046	0.694	0.411	21.574
9806.80	0.91	0.061	0.849	0.548	26.531
12258.50	1.05	0.077	0.973	0.685	30.812
14710.20	1.20	0.092	1.108	0.822	34.965
17161.90	1.32	0.107	1.213	0.959	38.484
19613.60	1.45	0.122	1.328	1.096	42.274
22065.30	1.55	0.138	1.412	1.233	45.190
24517.00	1.64	0.153	1.487	1.370	47.813
26968.70	1.75	0.168	1.582	1.507	51.020
29420.40	1.85	0.184	1.666	1.644	53.936
31872.10	1.95	0.199	1.751	1.781	56.851
34323.80	2.05	0.214	1.836	1.918	59.767
36775.50	2.14	0.230	1.910	2.055	62.391
39227.20	2.23	0.245	1.985	2.192	65.015
41678.90	2.31	0.260	2.050	2.329	67.347
44130.60	2.41	0.276	2.134	2.466	70.262
46582.30	2.48	0.291	2.189	2.603	72.303
49034.00	2.57	0.306	2.264	2.740	74.927
51485.70	2.66	0.322	2.338	2.877	77.551
53937.40	2.75	0.337	2.413	3.014	80.175
56389.10	2.83	0.352	2.478	3.151	82.507
58840.80	2.93	0.367	2.563	3.288	85.423
61292.50	3.02	0.383	2.637	3.425	88.047
63744.20	3.10	0.398	2.702	3.562	90.379
66195.90	3.20	0.413	2.787	3.699	93.294
68647.60	3.30	0.429	2.871	3.835	96.210
71099.30	3.40	0.444	2.956	3.972	99.125
73551.00	3.54	0.459	3.031	4.109	103.207
76002.70	3.70	0.475	3.225	4.246	107.872
78454.40	3.86	0.490	3.370	4.383	112.536
80906.10	4.03	0.505	3.525	4.520	117.493
82867.46	5.00	0.518	4.482	4.630	145.773
83112.63	6.00	0.519	5.481	4.644	174.927
83357.80	6.30	0.521	6.279	4.657	198.251
84583.65	7.00	0.528	6.472	4.726	204.082
84583.65	8.00	0.528	7.472	4.726	233.236
84583.65	9.00	0.528	8.472	4.726	262.391
84583.65	10.00	0.528	9.472	4.726	291.545
84583.65	11.00	0.528	10.472	4.726	320.700
84583.65	12.00	0.528	11.472	4.726	349.854
84583.65	13.00	0.528	12.472	4.726	379.009
84583.65	14.00	0.528	13.472	4.726	408.163

P max 85809.50

Tabel 6.23. Pengujian pull-out TPL 3 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 3 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,25	0,010	0,240	0,118	3,197
4903,40	0,91	0,019	0,891	0,237	29,836
7355,10	1,30	0,029	1,271	0,355	42,829
9806,80	1,57	0,039	1,531	0,473	51,475
12258,50	1,75	0,049	1,701	0,592	57,377
14710,20	1,96	0,058	1,902	0,710	64,262
17161,90	2,10	0,068	2,032	0,828	68,852
19613,60	2,26	0,078	2,182	0,946	74,098
22065,30	2,40	0,087	2,313	1,065	78,689
24517,00	2,50	0,097	2,403	1,183	81,967
26968,70	2,60	0,107	2,493	1,301	85,246
29420,40	2,68	0,117	2,563	1,420	87,869
31872,10	2,77	0,126	2,644	1,538	90,820
34323,80	2,85	0,136	2,714	1,656	93,443
36775,50	2,93	0,146	2,784	1,775	96,066
39227,20	3,01	0,155	2,855	1,893	98,589
41678,90	3,08	0,165	2,915	2,011	100,984
44130,60	3,14	0,175	2,965	2,129	102,951
46582,30	3,20	0,185	3,015	2,248	104,918
49034,00	3,30	0,194	3,106	2,366	108,197
51485,70	3,36	0,204	3,156	2,484	110,164
53937,40	3,45	0,214	3,236	2,603	113,115
56389,10	3,52	0,223	3,297	2,721	115,410
58840,80	3,58	0,233	3,347	2,839	117,377
61292,50	3,66	0,243	3,417	2,958	120,000
63744,20	3,73	0,253	3,477	3,076	122,295
66195,90	3,81	0,262	3,548	3,194	124,918
68647,60	3,86	0,272	3,588	3,312	126,557
71099,30	3,96	0,282	3,678	3,431	129,836
73551,00	4,00	0,291	3,709	3,549	131,148
76002,70	4,08	0,301	3,779	3,667	133,770
78454,40	4,15	0,311	3,839	3,786	136,066
80906,10	4,24	0,321	3,919	3,904	139,016
83357,80	4,33	0,330	4,000	4,022	141,967
85809,50	4,40	0,340	4,060	4,141	144,262
88261,20	4,49	0,350	4,140	4,259	147,213
90712,90	4,56	0,359	4,201	4,377	149,508
93164,60	4,68	0,369	4,311	4,495	153,443
95616,30	4,77	0,379	4,391	4,614	156,393
98068,00	4,88	0,389	4,491	4,732	160,000
100519,70	5,00	0,398	4,602	4,850	163,934
102971,40	5,15	0,408	4,742	4,969	168,852
105423,10	5,30	0,418	4,882	5,087	173,770
107874,80	5,51	0,427	5,083	5,205	180,656
110326,50	5,73	0,437	5,293	5,324	187,869
112778,20	6,19	0,447	5,743	5,442	202,951

Lanjutan

1	2	3	4	5	6
115229.90	7.10	0.457	6.643	5.560	232.787
117681.60	13.85	0.466	13.384	5.679	454.098
120133.30	15.55	0.476	15.074	5.797	509.836

p max 120378.47

Tabel 6.25. Pengujian pull-out TPL 4 (1) 13

BEBAN (N)	Dia:	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 4 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,63	0,017	0,613	0,150	20,760
4903,40	0,90	0,033	0,867	0,300	29,703
7355,10	1,15	0,050	1,100	0,450	37,954
9806,80	1,35	0,067	1,283	0,601	44,554
12258,50	1,55	0,084	1,466	0,751	51,155
14710,20	1,72	0,100	1,620	0,901	56,766
17161,90	2,05	0,117	1,933	1,051	67,657
19613,60	2,15	0,134	2,016	1,201	70,957
22065,30	2,30	0,151	2,149	1,351	75,908
24517,00	2,40	0,167	2,233	1,502	79,208
26968,70	2,52	0,184	2,336	1,652	83,168
29420,40	2,63	0,201	2,429	1,802	86,799
31872,10	2,75	0,218	2,532	1,952	90,759
34323,80	2,83	0,234	2,596	2,102	93,399
36775,50	2,98	0,251	2,729	2,252	98,350
39227,20	3,10	0,268	2,832	2,402	102,310
41678,90	3,22	0,284	2,936	2,553	106,271
44130,60	3,36	0,301	3,059	2,703	110,891
46582,30	3,51	0,318	3,192	2,853	115,842
49034,00	3,66	0,335	3,325	3,003	120,792
51485,70	3,90	0,351	3,549	3,153	128,713
53937,40	4,20	0,366	3,832	3,303	138,614
56389,10	4,98	0,385	4,595	3,454	164,356
57124,61	5,00	0,390	4,610	3,499	165,017
57860,12	6,00	0,395	5,605	3,544	198,020
58595,63	8,00	0,400	7,600	3,589	264,026
58840,80	10,31	0,402	9,908	3,604	340,264
60802,16	11,90	0,415	10,585	3,724	363,030
61047,33	12,00	0,417	11,583	3,739	396,040
61292,50	12,48	0,418	12,062	3,754	411,831
61537,67	13,00	0,420	12,580	3,769	429,043
61537,67	14,00	0,420	13,580	3,769	462,046
62518,35	15,00	0,427	14,573	3,829	495,050
62518,35	16,00	0,427	15,573	3,829	528,050

P max 62518,35

Tabel 6.26. Pengujian pull-out TPL 4 (2) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 4 (2) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,40	0,018	0,382	0,150	12,012
4903,40	0,71	0,037	0,673	0,300	21,321
7355,10	1,01	0,055	0,955	0,450	30,230
9806,80	1,28	0,074	1,206	0,601	38,438
12258,50	1,50	0,092	1,408	0,751	45,045
14710,20	1,70	0,110	1,590	0,901	51,051
17161,90	2,10	0,129	1,971	1,051	63,063
19613,60	2,30	0,147	2,153	1,201	69,069
22065,30	2,45	0,166	2,284	1,351	73,574
24517,00	2,50	0,184	2,316	1,502	75,075
26968,70	2,75	0,202	2,548	1,652	82,583
29420,40	2,90	0,221	2,679	1,802	87,087
31872,10	3,05	0,239	2,811	1,952	91,592
34323,80	3,20	0,257	2,943	2,102	96,096
36775,50	3,35	0,276	3,074	2,252	100,601
39227,20	3,50	0,294	3,206	2,402	105,105
41678,90	3,55	0,313	3,237	2,553	106,607
44130,60	3,83	0,331	3,499	2,703	115,015
46582,30	4,00	0,349	3,651	2,853	120,120
49034,00	4,25	0,368	3,832	3,003	127,628
51485,70	4,36	0,386	3,974	3,153	130,931
53937,40	4,56	0,405	4,155	3,303	136,937
56389,10	4,90	0,423	4,477	3,454	147,147
58840,80	5,00	0,440	4,580	3,589	150,150
58840,80	5,36	0,441	4,919	3,604	160,961
59331,14	6,00	0,445	5,555	3,634	180,180
59576,31	7,00	0,447	6,553	3,649	210,210
59576,31	8,00	0,447	7,553	3,649	240,240
59821,48	10,00	0,449	9,551	3,664	300,300
61292,50	11,31	0,460	10,850	3,754	339,840
62028,01	12,00	0,465	11,535	3,799	360,360
62518,35	13,00	0,469	12,531	3,829	390,390
62763,52	15,00	0,471	14,529	3,844	450,450

P max 63008,69

Tabel 6.27. Pengujian pull-out TPL 4 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Per. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 4 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,06	0,014	0,046	0,103	1,873
4903,40	0,18	0,029	0,151	0,205	5,573
7355,10	0,29	0,043	0,247	0,308	8,973
9806,80	0,47	0,058	0,412	0,411	14,551
12258,50	0,65	0,072	0,578	0,514	20,121
14710,20	0,85	0,087	0,763	0,616	26,316
17161,90	1,00	0,101	0,899	0,719	30,960
19613,60	1,15	0,115	1,035	0,822	35,604
22065,30	1,30	0,130	1,170	0,925	40,248
24517,00	1,40	0,144	1,256	1,027	43,344
26968,70	1,52	0,159	1,361	1,130	47,059
29420,40	1,65	0,173	1,477	1,233	51,084
31872,10	1,76	0,187	1,573	1,336	54,489
34323,80	1,87	0,202	1,668	1,438	57,895
36775,50	2,00	0,216	1,784	1,541	61,920
39227,20	2,15	0,231	1,899	1,644	65,944
41678,90	2,26	0,245	2,015	1,747	69,969
44130,60	2,40	0,260	2,140	1,849	74,303
46582,30	2,52	0,274	2,246	1,952	78,019
49034,00	2,70	0,288	2,412	2,055	83,591
51485,70	2,80	0,303	2,497	2,157	86,687
53937,40	2,95	0,317	2,633	2,260	91,331
56389,10	3,08	0,332	2,748	2,363	95,356
58840,80	3,23	0,346	2,884	2,466	100,000
61292,50	3,37	0,360	3,010	2,568	104,334
63744,20	3,51	0,375	3,135	2,671	108,669
66195,90	3,64	0,389	3,251	2,774	112,693
68647,60	3,78	0,404	3,376	2,877	117,028
71099,30	3,94	0,418	3,522	2,979	121,981
73551,00	4,10	0,433	3,667	3,082	126,935
76002,70	4,24	0,447	3,793	3,185	131,269
78454,40	4,42	0,461	3,959	3,288	136,840
80906,10	4,67	0,476	4,194	3,390	144,582
81886,73	5,10	0,482	4,618	3,431	157,895
83357,80	5,60	0,490	5,110	3,493	173,375
85809,50	6,75	0,505	6,245	3,596	208,978
86054,67	7,00	0,506	6,494	3,606	216,718
86054,67	8,00	0,506	7,494	3,606	247,676
86054,67	9,00	0,506	8,494	3,606	278,638
86054,67	10,00	0,506	9,494	3,606	309,598
88261,20	12,15	0,519	11,631	3,699	376,161
90712,90	15,00	0,534	14,466	3,801	464,396

p max 90712,9

Tabel 6.28. Pengujian pull-out TPL 4 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Per. Tui (mm)	Slip Total (mm)	teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 4 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,65	0,014	0,636	0,103	20,124
4903,40	0,92	0,029	0,891	0,205	28,483
7355,10	1,14	0,043	1,097	0,308	35,294
9806,80	1,40	0,058	1,342	0,411	43,344
12258,50	1,57	0,072	1,498	0,514	48,607
14710,20	1,70	0,087	1,613	0,616	52,632
17161,90	1,85	0,101	1,749	0,719	57,276
19613,60	1,97	0,115	1,855	0,822	60,991
22065,30	2,10	0,130	1,970	0,925	65,015
24517,00	2,21	0,144	2,066	1,027	68,421
26968,70	2,33	0,159	2,171	1,130	72,136
29420,40	2,44	0,173	2,267	1,233	75,542
31872,10	2,53	0,187	2,343	1,336	78,328
34323,80	2,65	0,202	2,448	1,438	82,043
36775,50	2,75	0,216	2,534	1,541	85,139
39227,20	2,88	0,231	2,649	1,644	89,164
41678,90	2,99	0,245	2,745	1,747	92,570
44130,60	3,10	0,260	2,840	1,849	95,975
46582,30	3,19	0,274	2,916	1,952	98,762
49034,00	3,30	0,288	3,012	2,055	102,167
51485,70	3,38	0,303	3,077	2,157	104,844
53937,40	3,46	0,317	3,163	2,260	107,740
56389,10	3,58	0,332	3,248	2,363	110,836
58840,80	3,70	0,346	3,354	2,466	114,551
61292,50	3,80	0,360	3,440	2,568	117,647
63744,20	3,92	0,375	3,545	2,671	121,362
66195,90	4,05	0,389	3,661	2,774	125,387
68647,60	4,18	0,404	3,776	2,877	129,412
71099,30	4,34	0,418	3,922	2,979	134,365
73551,00	4,49	0,433	4,057	3,082	139,009
76002,70	4,71	0,447	4,263	3,185	145,820
78454,40	4,88	0,461	4,419	3,288	151,084
80906,10	5,20	0,476	4,724	3,390	160,991
82131,95	6,00	0,483	5,517	3,442	185,759
83357,80	7,17	0,490	6,630	3,493	221,981
84338,48	9,00	0,496	8,504	3,534	278,628
84338,48	10,00	0,496	9,504	3,534	309,598
84338,48	11,00	0,496	10,504	3,534	340,557
84338,48	12,00	0,496	11,504	3,534	371,517
85809,50	19,35	0,505	18,845	3,596	599,071
85809,50	20,00	0,505	19,495	3,596	619,195
86054,67	21,00	0,506	20,494	3,606	650,155
86054,67	22,00	0,506	21,494	3,606	681,115
86054,67	23,00	0,506	22,494	3,606	712,074
87770,86	24,00	0,516	23,484	3,678	743,034

P max 87770,86

Tabel 6.29. Pengujian pull-out TPL 4 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TPL 4 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.52	0.011	0.509	0.089	14.731
4903.40	1.10	0.022	1.078	0.177	31.161
7355.10	1.50	0.034	1.466	0.266	42.409
9806.80	1.81	0.045	1.765	0.355	51.275
12258.50	2.10	0.056	2.044	0.444	59.490
14710.20	2.30	0.067	2.233	0.532	65.156
17161.90	2.70	0.079	2.621	0.621	76.487
19613.60	2.94	0.090	2.850	0.710	83.286
22065.30	3.14	0.101	3.039	0.799	88.952
24517.00	3.28	0.112	3.168	0.887	92.918
26968.70	3.40	0.124	3.276	0.976	96.317
29420.40	3.54	0.135	3.405	1.065	100.283
31872.10	3.65	0.146	3.504	1.153	103.399
34323.80	3.75	0.157	3.593	1.242	106.232
36775.50	3.83	0.169	3.661	1.331	108.499
39227.20	3.92	0.180	3.740	1.420	111.048
41678.90	4.02	0.191	3.829	1.508	113.881
44130.60	4.10	0.202	3.898	1.597	116.147
46582.30	4.17	0.214	3.956	1.686	118.130
49034.00	4.28	0.225	4.055	1.775	121.246
51485.70	4.35	0.236	4.114	1.863	123.229
53937.40	4.45	0.247	4.203	1.952	126.062
56389.10	4.51	0.259	4.251	2.041	127.762
58840.80	4.59	0.270	4.320	2.129	130.026
61292.50	4.68	0.281	4.399	2.218	132.578
63744.20	4.75	0.292	4.458	2.307	134.561
66195.90	4.82	0.304	4.516	2.396	136.544
68647.60	4.90	0.315	4.585	2.484	138.810
71099.30	4.98	0.326	4.654	2.573	141.076
73551.00	5.06	0.337	4.723	2.662	143.343
76002.70	5.13	0.349	4.781	2.751	145.326
78454.40	5.21	0.360	4.850	2.839	147.592
80906.10	5.29	0.371	4.919	2.928	149.858
83357.80	5.38	0.382	4.998	3.017	152.408
85809.50	5.47	0.394	5.076	3.105	154.958
88261.20	5.56	0.405	5.155	3.194	157.507
90712.90	5.61	0.416	5.194	3.283	158.924
93164.60	5.70	0.427	5.273	3.372	161.473
95616.30	5.80	0.438	5.362	3.460	164.306
98068.00	5.89	0.450	5.440	3.549	166.856
100519.70	6.00	0.461	5.539	3.638	169.972
102971.40	6.12	0.472	5.648	3.727	173.371
105423.10	6.27	0.483	5.787	3.815	177.620
107874.80	6.41	0.495	5.915	3.904	181.586
110326.50	6.62	0.506	6.114	3.993	187.535
112778.20	6.90	0.517	6.383	4.081	195.467

Lanjutan

1	2	3	4	5	6
115729,90	7,45	0,528	6,922	4,170	211,048
117681,60	12,12	0,540	11,530	4,259	343,343
120133,30	12,42	0,551	11,869	4,348	351,841
122585,00	13,23	0,562	12,668	4,436	374,788
125036,70	14,08	0,573	13,507	4,525	398,867

p max 125998,00

Tabel 6.30. Pengujian pull-out TPL 4 (2) 22

BEBAN (N)	Dial TPL 4 (2) 22	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2451.70	0.08	0.011	0.069	0.089	2.260
4903.40	0.85	0.022	0.828	0.177	24.079
7355.10	1.25	0.034	1.216	0.266	35.411
9806.80	1.50	0.045	1.455	0.355	42.493
12258.50	1.70	0.056	1.644	0.444	48.159
14710.20	1.89	0.067	1.823	0.532	53.541
17161.90	2.06	0.079	1.981	0.621	58.357
19613.60	2.20	0.090	2.110	0.710	62.323
22065.30	2.34	0.101	2.239	0.799	66.289
24517.00	2.48	0.112	2.368	0.887	70.255
26968.70	2.54	0.124	2.416	0.976	71.955
29420.40	2.75	0.135	2.615	1.065	77.904
31872.10	2.89	0.146	2.744	1.153	81.870
34323.80	3.05	0.157	2.893	1.242	86.402
36775.50	3.18	0.169	3.011	1.331	90.085
39227.20	3.40	0.180	3.220	1.420	95.317
41678.90	3.51	0.191	3.319	1.508	99.433
44130.60	3.63	0.202	3.426	1.597	102.853
46582.30	3.77	0.214	3.556	1.686	106.799
49034.00	3.90	0.225	3.675	1.775	110.482
51485.70	4.00	0.236	3.764	1.863	113.314
53937.40	4.11	0.247	3.863	1.952	116.431
56389.10	4.25	0.259	3.991	2.041	120.397
58840.80	4.36	0.270	4.090	2.129	123.513
61292.50	4.47	0.281	4.189	2.218	126.629
63744.20	4.62	0.292	4.328	2.307	130.873
66195.90	4.57	0.304	4.266	2.396	129.462
68647.60	4.87	0.315	4.555	2.484	137.960
71099.30	5.00	0.326	4.674	2.573	141.643
73551.00	5.09	0.337	4.753	2.662	144.192
76002.70	5.21	0.349	4.861	2.751	147.592
78454.40	5.32	0.360	4.960	2.839	150.708
80906.10	5.46	0.371	5.089	2.928	154.674
83357.80	5.61	0.382	5.228	3.017	158.924
85809.50	5.75	0.394	5.356	3.105	162.890
88261.20	5.88	0.405	5.475	3.194	166.572
90712.90	5.99	0.416	5.574	3.283	169.688
93164.60	6.16	0.427	5.733	3.372	174.504
95616.30	6.28	0.438	5.842	3.460	177.904
98068.00	6.44	0.450	5.990	3.549	182.436
100519.70	6.54	0.461	6.079	3.638	185.269
102971.40	6.66	0.472	6.188	3.727	188.669
105423.10	6.85	0.483	6.367	3.815	194.051
107874.80	7.04	0.495	6.545	3.904	199.433
110326.50	7.26	0.506	6.754	3.993	205.666
112778.20	7.58	0.517	7.063	4.081	214.731

Lanjutan

1	2	3	4	5	6
115229.00	8.08	0.528	7.532	4.170	228.329
117681.60	8.85	0.540	8.310	4.259	250.708
120135.30	12.98	0.551	12.429	4.348	367.705
122585.00	13.65	0.562	13.088	4.436	336.686
122830.17	14.50	0.563	13.937	4.445	410.765

P max 122830.17

Tabel 6.31. Pengujian pull-out TDL 3 (1) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 3 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,75	0,019	0,731	0,203	21,429
4903,40	1,20	0,039	1,161	0,405	34,286
7355,10	1,50	0,058	1,442	0,608	42,857
9806,80	1,80	0,077	1,723	0,810	51,429
12258,50	2,15	0,097	2,053	1,013	61,429
14710,20	2,51	0,116	2,394	1,215	71,714
17161,90	2,80	0,135	2,665	1,418	80,000
19613,60	3,10	0,155	2,945	1,620	88,571
22065,30	3,30	0,174	3,126	1,823	94,286
24517,00	3,55	0,193	3,357	2,025	101,429
26968,70	3,84	0,213	3,627	2,228	109,714
29420,40	4,00	0,232	3,768	2,430	114,286
31872,10	4,20	0,251	3,949	2,633	120,000
34323,80	4,40	0,271	4,129	2,836	125,714
36775,50	4,69	0,290	4,400	3,038	134,000
39227,20	4,90	0,309	4,581	3,241	140,000
41678,90	5,20	0,329	4,871	3,443	148,571
44130,60	5,60	0,348	5,252	3,646	160,000
46582,30	6,00	0,367	5,633	3,848	171,429
49034,00	6,95	0,387	6,063	4,051	235,714
51485,70	9,35	0,406	8,944	4,253	267,143
53937,40	9,74	0,425	9,315	4,456	278,286
56389,10	10,30	0,445	9,855	4,658	294,286
58840,80	11,34	0,464	10,876	4,861	324,000
61292,50	15,56	0,483	15,077	5,064	444,571

p max 68647,60

Tabel 6.32. Pengujian pull-out TDL 3 (2) 13

BEBAN (N)	Dial TDL 3 (2) 13	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Iekat Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,35	0,020	0,330	0,203	9,722
4903,40	0,70	0,040	0,660	0,405	19,444
7355,10	1,05	0,060	0,990	0,608	29,167
9806,80	1,30	0,080	1,220	0,810	38,111
12258,50	1,55	0,099	1,451	1,013	47,956
14710,20	1,85	0,119	1,731	1,215	57,389
17161,90	2,07	0,139	1,931	1,418	67,500
19613,60	2,30	0,159	2,141	1,620	77,889
22065,30	2,51	0,179	2,331	1,823	88,722
24517,00	2,72	0,199	2,521	2,025	99,556
26968,70	2,90	0,219	2,681	2,228	110,556
29420,40	3,05	0,239	2,811	2,430	121,722
31872,10	3,26	0,258	3,002	2,633	133,111
34323,80	3,41	0,278	3,132	2,836	144,722
36775,50	3,62	0,298	3,322	3,038	156,556
39227,20	3,78	0,318	3,462	3,241	168,000
41678,90	4,00	0,338	3,662	3,443	179,111
44130,60	4,23	0,356	3,872	3,646	190,500
46582,30	4,34	0,378	4,062	3,848	202,111
49034,00	5,65	0,398	5,252	4,051	213,944
51485,70	10,45	0,418	10,032	4,253	226,278
53937,40	11,81	0,437	11,373	4,456	239,056
56389,10	13,00	0,457	12,543	4,658	252,111
58840,80	16,80	0,477	16,323	4,861	326,667
61292,50	18,65	0,497	18,153	5,064	340,056
63744,20	21,05	0,517	20,533	5,266	384,722

P max 68402,43

Tabel 6.33. Pengujian pull-out TDL 3 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 3 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,99	0,017	0,973	0,137	25,450
4903,40	1,45	0,035	1,415	0,274	37,275
7355,10	1,95	0,052	1,898	0,411	50,129
9806,80	2,25	0,069	2,181	0,548	57,841
12258,50	2,45	0,087	2,363	0,685	62,980
14710,20	2,68	0,104	2,576	0,822	68,895
17161,90	2,90	0,122	2,778	0,959	74,550
19613,60	3,07	0,139	2,931	1,096	78,920
22065,30	3,24	0,156	3,084	1,233	83,290
24517,00	3,38	0,174	3,206	1,370	86,889
26968,70	3,51	0,191	3,319	1,507	90,231
29420,40	3,66	0,208	3,452	1,644	94,087
31872,10	3,94	0,226	3,714	1,781	101,285
34323,80	4,08	0,243	3,837	1,918	104,884
36775,50	4,20	0,260	3,940	2,055	107,969
39227,20	4,30	0,278	4,022	2,192	110,540
41678,90	4,34	0,295	4,045	2,329	111,568
44130,60	4,46	0,313	4,147	2,466	114,653
46582,30	4,58	0,330	4,250	2,603	117,738
49034,00	4,70	0,347	4,353	2,740	120,823
51485,70	4,82	0,365	4,455	2,877	123,907
53937,40	4,95	0,382	4,568	3,014	127,249
56389,10	5,07	0,399	4,671	3,151	130,334
58840,80	5,20	0,417	4,783	3,288	133,676
61292,50	5,31	0,434	4,876	3,425	136,504
63744,20	5,43	0,452	4,978	3,562	139,589
66195,90	5,55	0,469	5,081	3,699	142,674
68647,60	5,56	0,486	5,074	3,835	142,931
71099,30	5,79	0,504	5,286	3,972	148,843
73551,00	5,87	0,521	5,349	4,109	150,900
76002,70	5,96	0,538	5,422	4,246	153,213
78454,40	6,10	0,556	5,544	4,383	156,612
80906,10	6,20	0,573	5,627	4,520	159,383
83357,80	6,30	0,590	5,710	4,657	161,954
85809,50	6,40	0,608	5,792	4,794	164,524
88261,20	6,53	0,625	5,905	4,931	167,866
90712,90	6,59	0,643	5,947	5,068	169,409
93164,60	6,73	0,660	6,070	5,205	173,008
95616,30	6,82	0,677	6,143	5,342	175,321
98068,00	6,91	0,695	6,215	5,479	177,635
100519,70	7,00	0,712	6,288	5,616	179,949
102971,40	7,09	0,729	6,361	5,753	182,262
105423,10	7,21	0,747	6,463	5,890	185,347
107874,80	7,34	0,764	6,576	6,027	188,689
110326,50	7,47	0,781	6,689	6,164	192,031
112778,20	7,65	0,799	6,851	6,301	196,658

Langgitan

1	2	3	4	5	6
115229.90	7.80	0.816	6.984	6.438	200.514
117681.60	8.02	0.834	7.186	6.575	206.170
120133.30	8.20	0.851	7.349	6.712	210.797
122585.00	8.41	0.868	7.542	6.849	216.195
125036.70	8.62	0.886	7.734	6.986	221.594
127488.40	8.89	0.903	7.987	7.123	228.535
129940.10	8.92	0.920	8.000	7.260	229.306
132391.80	12.30	0.938	11.382	7.397	316.195
134843.50	12.95	0.955	11.995	7.534	332.905
137295.20	13.95	0.972	12.978	7.671	358.612
139746.90	14.75	0.990	13.760	7.808	379.177
142198.60	15.53	1.007	14.523	7.945	399.229

p max 138766.22

Tabel 6.34. Pengujian pull-out TDL 3 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. lekat Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 3 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,45	0,017	0,423	0,137	11,842
4903,40	0,65	0,034	0,616	0,274	17,105
7355,10	1,10	0,051	1,049	0,411	28,947
9806,80	1,41	0,068	1,342	0,548	37,105
12258,50	1,70	0,085	1,615	0,685	44,737
14710,20	1,90	0,102	1,798	0,822	50,000
17161,90	2,22	0,119	2,101	0,959	58,421
19613,60	2,43	0,136	2,294	1,096	63,947
22065,30	2,61	0,153	2,457	1,233	68,684
24517,00	2,77	0,170	2,600	1,370	72,895
26968,70	2,95	0,187	2,763	1,507	77,632
29420,40	3,10	0,204	2,896	1,644	81,579
31872,10	3,25	0,221	3,029	1,781	85,526
34323,80	3,40	0,237	3,163	1,918	89,474
36775,50	3,54	0,254	3,286	2,055	93,158
39227,20	3,68	0,271	3,409	2,192	96,842
41678,90	3,82	0,288	3,532	2,329	100,526
44130,60	3,93	0,305	3,625	2,466	103,421
46582,30	4,09	0,322	3,768	2,603	107,632
49034,00	4,22	0,339	3,881	2,740	111,053
51485,70	4,35	0,356	3,994	2,877	114,474
53937,40	4,49	0,373	4,117	3,014	118,158
56389,10	4,61	0,390	4,220	3,151	121,316
58840,80	4,74	0,407	4,333	3,288	124,737
61292,50	4,87	0,424	4,446	3,425	128,158
63744,20	5,01	0,441	4,569	3,562	131,842
66195,90	5,16	0,458	4,702	3,699	135,789
68647,60	5,23	0,475	4,755	3,835	137,632
71099,30	5,36	0,492	4,868	3,972	141,053
73551,00	5,47	0,509	4,981	4,109	143,947
76002,70	5,60	0,526	5,074	4,246	147,368
78454,40	5,70	0,543	5,157	4,383	150,000
80906,10	5,86	0,560	5,300	4,520	154,211
83357,80	6,05	0,577	5,473	4,657	159,211
85809,50	6,11	0,594	5,516	4,794	160,789
88261,20	6,20	0,611	5,589	4,931	163,158
90712,90	6,40	0,628	5,772	5,068	168,421
93164,60	6,47	0,645	5,825	5,205	170,263
95616,30	6,62	0,662	5,958	5,342	174,211
98068,00	6,73	0,679	6,051	5,479	177,105
100519,70	6,91	0,696	6,214	5,616	181,842
102971,40	7,02	0,712	6,308	5,753	184,737
105423,10	7,16	0,729	6,431	5,890	188,421
107874,80	7,34	0,746	6,594	6,027	193,158
110326,50	7,50	0,763	6,737	6,164	197,368
112778,20	7,69	0,780	6,910	6,301	202,368

Langutan

1	2	3	4	5	6
115229.90	7,93	0,797	7,133	6,438	203,684
117681.60	8,07	0,814	7,256	6,575	212,368
120133.30	8,16	0,831	7,329	6,712	214,737
122585.00	8,39	0,848	7,542	6,849	220,789
125036.70	8,61	0,865	7,745	6,986	226,579
127488.40	8,78	0,882	7,898	7,123	231,053
129940.10	9,16	0,899	8,261	7,260	241,053
132391.80	12,24	0,916	11,324	7,397	322,105
134843.50	13,25	0,933	12,317	7,534	348,684
137295.20	14,16	0,950	13,210	7,671	372,632
139746.90	14,92	0,967	13,953	7,808	392,632
142198.60	15,20	0,984	14,216	7,945	400,000

P max 142198.60

Tabel 6.35. Pengujian pull-out TDL 3 (1) 22

BEBAN (N)	Dial TDL 3 (1) 22	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg. Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,79	0,023	0,767	0,237	21,884
9806,80	1,30	0,046	1,254	0,473	36,011
14710,20	1,72	0,069	1,651	0,710	47,645
19613,60	2,10	0,092	2,008	0,946	58,172
24517,00	2,40	0,115	2,285	1,183	66,482
29420,40	2,76	0,138	2,622	1,420	76,454
34323,80	3,05	0,161	2,889	1,656	84,488
39227,20	3,30	0,184	3,116	1,893	91,413
44130,60	3,55	0,207	3,343	2,129	98,338
49034,00	3,81	0,230	3,580	2,366	105,540
53937,40	4,05	0,253	3,797	2,603	112,188
58840,80	4,25	0,276	3,974	2,839	117,729
63744,20	4,46	0,299	4,161	3,076	123,546
68647,60	4,72	0,322	4,398	3,312	130,748
73551,00	4,94	0,345	4,595	3,549	136,842
78454,40	5,10	0,368	4,732	3,786	141,274
83357,80	5,26	0,391	4,869	4,022	145,706
88261,20	5,50	0,414	5,066	4,259	152,355
93164,60	5,73	0,437	5,293	4,495	158,726
98068,00	6,00	0,460	5,540	4,732	166,205
102971,40	6,21	0,483	5,727	4,969	172,022
107874,80	6,46	0,506	5,954	5,205	178,947
112778,20	6,68	0,529	6,151	5,442	185,042
117681,60	6,81	0,552	6,258	5,679	188,643
122585,00	7,16	0,575	6,585	5,915	198,338
127488,40	7,88	0,598	7,282	6,152	218,283
132391,80	8,25	0,621	7,629	6,388	228,532
137295,20	9,15	0,644	8,506	6,625	253,463

P max 109746,90

Tabel 6.36. Pengujian pull-out TDL 3 (2) 22

BEBAN (N)	Dial TDL 3 (2) 22	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan Pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,25	0,022	0,228	0,237	7,142
9806,80	0,30	0,045	0,255	0,473	8,571
14710,20	0,55	0,067	0,483	0,710	15,714
19613,60	1,15	0,089	1,061	0,946	32,857
24517,00	1,56	0,111	1,449	1,183	44,571
29420,40	1,95	0,134	1,816	1,420	55,714
34323,80	2,25	0,156	2,094	1,656	64,286
39227,20	2,55	0,178	2,372	1,893	72,857
44130,60	2,85	0,201	2,649	2,129	81,429
49034,00	3,15	0,223	2,927	2,366	90,000
53937,40	3,35	0,245	3,105	2,603	95,714
58840,80	3,60	0,268	3,332	2,839	102,857
63744,20	3,83	0,290	3,540	3,076	109,429
68647,60	4,10	0,312	3,788	3,312	117,143
73551,00	4,32	0,334	3,986	3,549	123,429
78454,40	4,56	0,357	4,203	3,786	130,286
83357,80	4,82	0,379	4,441	4,022	137,714
88261,20	5,10	0,401	4,699	4,259	145,714
93164,60	5,25	0,424	4,826	4,495	150,000
98068,00	5,52	0,446	5,074	4,732	157,714
102971,40	5,80	0,468	5,332	4,969	165,714
107874,80	5,97	0,490	5,480	5,205	170,571
112778,20	6,29	0,513	5,777	5,442	179,714
117681,60	6,45	0,535	5,915	5,679	184,286
122585,00	6,76	0,557	6,203	5,915	193,143
127488,40	7,15	0,580	6,570	6,152	204,286
132391,80	7,48	0,602	6,878	6,388	213,714
137295,20	7,82	0,624	7,196	6,625	223,429

P max 141217,92

Tabel 6.37. Pengujian pull-out TDL 4 (1) 13

BEBAN (N)	Diai	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,21	0,022	0,188	0,152	5,276
4903,40	0,80	0,044	0,756	0,304	20,101
7355,10	1,30	0,066	1,234	0,456	32,663
9806,80	1,75	0,088	1,662	0,608	43,970
12258,50	2,10	0,110	1,990	0,760	52,764
14710,20	2,52	0,132	2,388	0,911	63,317
17161,90	2,80	0,154	2,646	1,063	70,352
19613,60	3,15	0,176	2,974	1,215	79,146
22065,30	3,45	0,198	3,252	1,367	86,683
24517,00	3,66	0,220	3,440	1,519	91,960
26968,70	3,95	0,242	3,708	1,671	99,246
29420,40	4,19	0,264	3,926	1,823	105,276
31872,10	4,40	0,286	4,114	1,975	110,553
34323,80	4,60	0,308	4,292	2,127	115,578
36775,50	4,80	0,330	4,470	2,279	120,603
39227,20	5,03	0,352	4,678	2,430	126,382
41678,90	5,32	0,374	4,946	2,582	133,668
44130,60	5,65	0,396	5,254	2,734	141,960
46582,30	9,29	0,418	8,872	2,886	233,417
49034,00	9,54	0,440	9,100	3,038	239,898
51485,70	9,85	0,462	9,388	3,190	247,487
53937,40	13,03	0,484	12,546	3,342	327,387
56389,10	14,94	0,506	14,434	3,494	375,377
58840,80	16,10	0,528	15,572	3,646	404,523
61292,50	19,31	0,550	18,760	3,798	485,176

p max 67666.92

Tabel 6.38. Pengujian pull-out TDL 4 (2) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (2) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,63	0,022	0,608	0,152	15,839
4903,40	1,21	0,044	1,166	0,304	30,402
7355,10	1,76	0,066	1,694	0,456	44,221
9806,80	2,29	0,088	2,202	0,608	57,538
12258,50	2,70	0,110	2,590	0,760	67,839
14710,20	3,19	0,132	3,058	0,911	80,151
17161,90	3,56	0,154	3,406	1,063	89,447
19613,60	4,05	0,176	3,874	1,215	101,759
22065,30	4,40	0,198	4,202	1,367	110,553
24517,00	4,75	0,220	4,530	1,519	119,347
26968,70	5,04	0,242	4,798	1,671	126,633
29420,40	5,33	0,264	5,066	1,823	133,920
31872,10	5,58	0,286	5,294	1,975	140,201
34323,80	5,87	0,308	5,562	2,127	147,487
36775,50	6,14	0,330	5,810	2,279	154,271
39227,20	6,42	0,352	6,068	2,430	161,307
41678,90	6,75	0,374	6,376	2,582	169,598
44130,60	7,07	0,396	6,674	2,734	177,638
46582,30	7,62	0,418	7,202	2,886	191,457
49034,00	13,15	0,440	12,710	3,038	330,402
51485,70	17,70	0,462	17,238	3,190	444,724
53937,40	18,45	0,484	17,966	3,342	463,568
56389,10	19,55	0,506	19,044	3,494	491,206
58840,80	21,00	0,528	20,472	3,646	527,638
61292,50	24,00	0,550	23,450	3,798	603,015

P max 63647,60

Tabel 6.39. Pengujian pull-out TDL 4 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,15	0,016	0,134	0,163	4,110
4903,40	0,57	0,033	0,537	0,205	15,616
7355,10	0,95	0,049	0,901	0,308	26,027
9806,80	1,28	0,065	1,215	0,411	35,068
12258,50	1,57	0,081	1,489	0,514	43,014
14710,20	1,90	0,098	1,802	0,616	52,055
17161,90	2,18	0,114	2,066	0,719	59,726
19613,60	2,40	0,130	2,270	0,822	65,753
22065,30	2,60	0,147	2,453	0,925	71,233
24517,00	2,83	0,163	2,667	1,027	77,534
26968,70	3,02	0,179	2,841	1,130	82,740
29420,40	3,17	0,196	2,974	1,233	86,849
31872,10	3,33	0,212	3,118	1,336	91,233
34323,80	3,50	0,228	3,272	1,438	95,890
36775,50	3,66	0,244	3,416	1,541	100,274
39227,20	3,84	0,261	3,579	1,644	105,205
41678,90	4,00	0,277	3,723	1,747	109,589
44130,60	4,15	0,293	3,857	1,849	113,699
46582,30	4,30	0,310	3,990	1,952	117,808
49034,00	4,48	0,326	4,154	2,055	122,740
51485,70	4,58	0,342	4,238	2,157	125,479
53937,40	4,75	0,358	4,392	2,260	130,137
56389,10	4,92	0,375	4,545	2,363	134,795
58840,80	5,12	0,391	4,729	2,466	140,274
61292,50	5,33	0,407	4,923	2,568	146,027
63744,20	5,45	0,424	5,026	2,671	149,315
66195,90	5,64	0,440	5,200	2,774	154,521
68647,60	5,73	0,456	5,274	2,877	156,986
71099,30	5,91	0,473	5,437	2,979	161,918
73551,00	6,10	0,489	5,611	3,082	167,123
76002,70	6,21	0,505	5,705	3,185	170,137
78454,40	6,42	0,521	5,899	3,288	175,890
80906,10	6,58	0,538	6,042	3,390	180,274
83357,80	6,65	0,554	6,096	3,493	182,192
85809,50	6,76	0,570	6,190	3,596	185,205
88261,20	7,19	0,587	6,603	3,699	196,936
90712,90	7,30	0,603	6,697	3,801	200,000
93164,60	7,50	0,619	6,881	3,904	205,479
95616,30	7,58	0,635	6,945	4,007	207,671
98068,00	7,73	0,652	7,078	4,109	211,781
100519,70	7,84	0,668	7,172	4,212	214,795
102971,40	7,96	0,684	7,276	4,315	218,082
105423,10	8,15	0,701	7,449	4,418	223,288

p max 107139,29

Tabel 6.40. Pengujian pull-out TDL 4 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tui (mm)	Slip Total (mm)	Teg lekat Mpa	Kegangan pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,40	0,015	0,385	0,103	12,121
4903,40	1,00	0,029	0,971	0,205	30,303
7355,10	1,50	0,044	1,456	0,308	45,455
9806,80	1,80	0,059	1,741	0,411	54,545
12258,50	2,10	0,074	2,026	0,514	63,636
14710,20	2,39	0,088	2,302	0,616	72,424
17161,90	2,60	0,103	2,497	0,719	78,788
19613,60	2,80	0,118	2,682	0,822	84,848
22065,30	3,00	0,133	2,867	0,925	90,909
24517,00	3,10	0,147	2,953	1,027	93,939
26968,70	3,30	0,162	3,138	1,130	100,000
29420,40	3,45	0,177	3,273	1,233	104,545
31872,10	3,60	0,192	3,408	1,336	109,091
34323,80	3,75	0,206	3,544	1,438	113,636
36775,50	3,90	0,221	3,679	1,541	118,182
39227,20	4,05	0,236	3,814	1,644	122,727
41678,90	4,20	0,250	3,950	1,747	127,273
44130,60	4,35	0,265	4,085	1,849	131,818
46582,30	4,45	0,280	4,170	1,952	134,848
49034,00	4,64	0,295	4,345	2,055	140,606
51485,70	4,80	0,309	4,491	2,157	145,455
53937,40	4,96	0,324	4,626	2,260	150,000
56389,10	5,10	0,339	4,761	2,363	154,545
58840,80	5,24	0,354	4,896	2,466	158,768
61292,50	5,40	0,368	5,032	2,568	163,636
63744,20	5,53	0,383	5,147	2,671	167,576
66195,90	5,69	0,398	5,292	2,774	172,424
68647,60	5,81	0,412	5,398	2,877	176,061
71099,30	5,92	0,427	5,493	2,979	179,394
73551,00	6,03	0,442	5,588	3,082	182,727
76002,70	6,15	0,457	5,693	3,185	186,364
78454,40	6,35	0,471	5,879	3,288	192,424
80906,10	6,40	0,486	5,914	3,390	193,939
83357,80	6,55	0,501	6,049	3,493	198,485
85809,50	6,64	0,516	6,124	3,596	201,212
88261,20	6,82	0,530	6,290	3,699	206,667
90712,90	6,95	0,545	6,405	3,801	210,606
93164,60	7,10	0,560	6,540	3,904	215,152
95616,30	7,20	0,575	6,625	4,007	218,182
98068,00	7,34	0,589	6,751	4,109	222,424
100519,70	7,50	0,604	6,896	4,212	227,273
102971,40	7,61	0,619	6,991	4,315	230,606
105423,10	7,85	0,633	7,217	4,418	237,879
107874,80	8,00	0,648	7,352	4,520	242,424
110326,50	8,23	0,663	7,567	4,623	249,394
112778,20	8,46	0,678	7,782	4,726	256,364
115229,90	8,77	0,692	8,076	4,829	243,611

P max 117191 26

Tabel 6.41. Pengujian pull-out TDL 4 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. lekat Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,11	0,024	0,086	0,177	2,880
9806,80	0,98	0,049	0,931	0,355	25,654
14710,20	0,64	0,073	0,567	0,532	16,754
19613,60	1,16	0,097	1,063	0,710	30,366
24517,00	1,56	0,122	1,438	0,887	40,838
29420,40	1,92	0,146	1,774	1,065	50,262
34323,80	2,35	0,170	2,180	1,242	61,518
39227,20	2,70	0,195	2,505	1,420	70,681
44130,60	2,95	0,219	2,731	1,597	77,225
49034,00	3,22	0,243	2,977	1,775	84,293
53937,40	3,45	0,268	3,132	1,952	90,314
58840,80	3,70	0,292	3,408	2,129	96,859
63744,20	3,94	0,316	3,624	2,307	103,141
68647,60	4,18	0,341	3,839	2,484	109,424
73551,00	4,36	0,365	3,995	2,662	114,136
78454,40	4,62	0,389	4,231	2,839	120,942
83357,80	4,84	0,414	4,426	3,017	126,702
88261,20	5,10	0,438	4,662	3,194	133,508
93164,60	5,31	0,462	4,848	3,372	139,005
98068,00	5,54	0,487	5,053	3,549	145,026
102971,40	5,80	0,511	5,289	3,727	151,832
107874,80	6,08	0,535	5,545	3,904	159,102
112778,20	6,39	0,560	5,830	4,081	167,277
117681,60	6,55	0,584	5,966	4,259	171,466
122585,00	6,85	0,608	6,242	4,436	179,319
127488,40	7,17	0,633	6,537	4,614	187,696
132391,80	7,62	0,657	6,963	4,791	199,476
137295,20	7,97	0,681	7,289	4,969	208,639
142198,60	8,58	0,706	7,874	5,146	224,607
147102,00	9,45	0,730	8,720	5,324	247,362
152005,40	10,06	0,754	9,306	5,501	263,351

p max 153476,42

Tabel 6.42. Pengujian pull-out TDL 4 (2) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan Pull-Out (10 ⁻¹)
	TDL 4 (2) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,25	0,021	0,229	0,177	7,599
9806,80	0,90	0,042	0,858	0,355	27,356
14710,20	1,03	0,063	0,967	0,532	31,267
19613,60	1,20	0,084	1,116	0,710	36,474
24517,00	1,42	0,105	1,315	0,887	43,161
29420,40	2,05	0,126	1,924	1,065	62,310
34323,80	2,52	0,147	2,373	1,242	76,526
39227,20	2,90	0,168	2,732	1,420	88,146
44130,60	3,23	0,189	3,041	1,597	98,176
49034,00	3,55	0,210	3,340	1,775	107,903
53937,40	3,68	0,231	3,449	1,952	111,854
58840,80	4,16	0,251	3,909	2,129	126,444
63744,20	4,50	0,272	4,228	2,307	136,778
68647,60	4,83	0,293	4,537	2,484	146,809
73551,00	5,16	0,314	4,846	2,662	156,839
78454,40	5,55	0,335	5,215	2,839	168,693
83357,80	5,86	0,356	5,504	3,017	178,116
88261,20	6,21	0,377	5,835	3,194	188,754
93164,60	6,46	0,398	6,062	3,372	198,353
98068,00	6,82	0,419	6,401	3,549	207,295
102971,40	7,25	0,440	6,810	3,727	220,365
107874,80	7,59	0,461	7,129	3,904	230,699
112778,20	7,84	0,482	7,358	4,081	238,298
117681,60	8,25	0,503	7,747	4,259	250,760
122585,00	8,79	0,524	8,266	4,436	267,173
127488,40	9,25	0,545	8,705	4,614	281,155
132391,80	9,90	0,566	9,334	4,791	300,912

P max 134353,16

Tabel 6.43. Pengujian pull-out TD9 3 (1) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 3 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,55	0,019	0,531	0,203	15,714
4903,40	0,90	0,039	0,861	0,405	25,714
7355,10	1,28	0,058	1,222	0,608	36,571
9806,80	1,55	0,077	1,473	0,810	44,286
12258,50	1,80	0,097	1,703	1,013	51,429
14710,20	2,07	0,116	1,954	1,215	59,143
17161,90	2,30	0,135	2,165	1,418	65,714
19613,60	2,51	0,155	2,355	1,620	71,714
22065,30	2,75	0,174	2,576	1,823	78,571
24517,00	2,89	0,193	2,697	2,025	82,571
26968,70	3,05	0,213	2,837	2,228	87,143
29420,40	3,25	0,232	3,018	2,430	92,657
31872,10	3,38	0,251	3,129	2,633	96,571
34323,80	3,51	0,271	3,239	2,836	100,286
36775,50	3,63	0,290	3,340	3,038	103,714
39227,20	3,82	0,309	3,511	3,241	109,143
41678,90	4,06	0,329	3,731	3,443	116,000
44130,60	4,30	0,348	3,952	3,646	122,857
46582,30	10,70	0,367	10,333	3,848	305,714
49034,00	11,15	0,387	10,763	4,051	318,571
51485,70	11,85	0,406	11,444	4,253	338,571
53937,40	14,45	0,425	14,025	4,456	412,857
56389,10	15,90	0,445	15,455	4,658	454,286
58840,80	17,12	0,464	16,656	4,861	489,143
61292,50	21,98	0,483	21,497	5,064	628,000
63744,20	24,00	0,503	23,497	5,266	685,714

p max 66400,10

Tabel 6.44. Pengujian pull-out TD9 3 (2) 13

BEBAN (N)	Dial TD9 3 (2) 13	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,50	0,019	0,481	0,203	14,286
4903,40	0,65	0,039	0,611	0,405	18,571
7355,10	1,23	0,058	1,172	0,608	35,143
9806,80	1,60	0,077	1,523	0,810	45,714
12258,50	1,95	0,097	1,853	1,013	55,714
14710,20	2,26	0,116	2,144	1,215	64,571
17161,90	2,52	0,135	2,385	1,418	72,000
19613,60	2,80	0,155	2,645	1,620	80,000
22065,30	3,05	0,174	2,876	1,823	87,143
24517,00	3,20	0,193	3,007	2,025	91,429
26968,70	3,43	0,213	3,217	2,228	98,000
29420,40	3,65	0,232	3,418	2,430	104,286
31872,10	3,83	0,251	3,579	2,633	109,429
34323,80	4,05	0,271	3,779	2,836	115,714
36775,50	4,24	0,290	3,950	3,038	121,143
39227,20	4,45	0,309	4,141	3,241	127,143
41678,90	4,70	0,329	4,371	3,443	134,286
44130,60	5,00	0,348	4,652	3,646	142,857
46582,30	5,98	0,367	5,613	3,848	170,857
49034,00	11,34	0,387	10,953	4,051	324,000
51485,70	11,74	0,406	11,334	4,253	335,429
53937,40	12,00	0,425	11,575	4,456	342,857
56389,10	14,51	0,445	14,065	4,658	414,571
58840,80	16,50	0,464	16,036	4,861	471,429
61292,50	19,40	0,483	18,917	5,064	554,286
63744,20	22,00	0,503	21,497	5,266	628,571

P max 67912,09

Tabel 6.45. Pengujian pull-out TD9 3 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 3 (1) 19,00				
1	2,00	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,90	0,030	0,870	0,274	26,393
9806,80	1,56	0,061	1,499	0,548	45,748
14710,20	2,20	0,091	2,109	0,822	64,516
19613,60	2,70	0,122	2,578	1,096	79,179
24517,00	3,15	0,152	2,998	1,370	92,375
29420,40	3,50	0,183	3,317	1,644	102,639
34323,80	3,75	0,213	3,537	1,918	109,971
39227,20	4,05	0,244	3,806	2,192	118,768
44130,60	4,30	0,274	4,026	2,466	126,100
49034,00	4,55	0,304	4,246	2,740	133,431
53937,40	4,76	0,335	4,425	3,014	139,589
58840,80	5,10	0,365	4,735	3,288	149,560
63744,20	5,32	0,396	4,924	3,562	156,012
68647,60	5,66	0,426	5,234	3,835	165,962
73551,00	5,90	0,457	5,443	4,109	173,021
78454,40	6,10	0,487	5,613	4,383	178,886
83357,80	6,40	0,518	5,882	4,657	187,683
88261,20	6,65	0,548	6,102	4,931	195,015
93164,60	6,95	0,578	6,372	5,205	203,812
98068,00	7,15	0,609	6,541	5,479	209,677
102971,40	7,41	0,639	6,771	5,753	217,302
107874,80	7,89	0,670	7,220	6,027	231,378
112778,20	8,44	0,700	7,740	6,301	247,507
117681,60	8,75	0,731	8,019	6,575	256,598
122585,00	9,50	0,761	8,739	6,849	278,592
127488,40	9,95	0,792	9,158	7,123	291,789

p max 129694 93

Tabel 6.46. Pengujian pull-out TD9 3 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 3 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,07	0,029	0,041	0,274	2,121
9806,80	0,82	0,059	0,761	0,548	24,848
14710,20	1,38	0,088	1,292	0,822	41,818
19613,60	1,90	0,118	1,782	1,096	57,576
24517,00	2,33	0,147	2,183	1,370	70,606
29420,40	2,81	0,177	2,633	1,644	85,152
34323,80	3,20	0,206	2,994	1,918	96,970
39227,20	3,51	0,236	3,274	2,192	106,364
44130,60	3,85	0,265	3,585	2,466	116,867
49034,00	4,00	0,295	3,705	2,740	121,212
53937,40	4,30	0,324	3,976	3,014	130,303
58840,80	4,54	0,354	4,186	3,288	137,576
63744,20	4,81	0,383	4,427	3,562	145,758
68647,60	5,12	0,412	4,708	3,835	155,152
73551,00	5,41	0,442	4,968	4,109	163,939
78454,40	5,64	0,471	5,169	4,383	170,909
83357,80	5,88	0,501	5,379	4,657	178,182
88261,20	6,15	0,530	5,620	4,931	186,364
93164,60	6,40	0,560	5,840	5,205	193,939
98068,00	6,70	0,589	6,111	5,479	203,030
102971,40	7,09	0,619	6,471	5,753	214,848
107874,80	7,45	0,648	6,802	6,027	225,756
112778,20	7,94	0,678	7,262	6,301	240,606
117681,60	8,26	0,707	7,553	6,575	250,303
122585,00	8,56	0,737	7,823	6,849	259,394
127488,40	10,05	0,766	9,284	7,123	304,545

P max 128223,91

Tabel 6.47. Pengujian pull-out TD9 3 (1) 22

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg.lekat Mpa	Kegangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 3 (1) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,75	0,024	0,726	0,237	20,216
9806,80	1,40	0,047	1,353	0,473	37,736
14710,20	2,00	0,071	1,929	0,710	53,902
19613,60	2,45	0,095	2,355	0,946	66,036
24517,00	2,85	0,118	2,732	1,133	76,819
29420,40	3,30	0,142	3,158	1,420	88,949
34323,80	3,59	0,165	3,425	1,656	96,765
39227,20	4,05	0,189	3,861	1,893	109,164
44130,60	4,30	0,213	4,087	2,129	115,903
49034,00	4,50	0,236	4,264	2,366	121,294
53937,40	4,80	0,260	4,540	2,603	129,380
58840,80	5,10	0,284	4,816	2,839	137,466
63744,20	5,30	0,307	4,993	3,076	142,857
68647,60	5,52	0,331	5,189	3,312	148,787
73551,00	5,75	0,354	5,396	3,549	154,987
78454,40	6,04	0,378	5,662	3,786	162,803
83357,80	6,35	0,402	5,948	4,022	171,159
88261,20	6,51	0,425	6,085	4,259	175,472
93164,60	6,85	0,449	6,401	4,495	184,636
98068,00	7,12	0,473	6,647	4,732	191,914
102971,40	7,31	0,496	6,814	4,969	197,035
107874,80	7,60	0,520	7,080	5,205	204,852
112778,20	7,93	0,544	7,386	5,442	213,747
117681,60	8,29	0,567	7,723	5,679	223,450

p max 118662,28

Tabel 6.48. Pengujian pull-out TD9 3 (2) 22

BEBAN (N)	Diai	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 3 (2) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	1,00	0,021	0,979	0,237	29,674
9806,80	1,56	0,043	1,517	0,473	46,291
14710,20	2,10	0,064	2,036	0,710	62,315
19613,60	2,40	0,086	2,314	0,946	71,217
24517,00	2,75	0,107	2,643	1,183	81,602
29420,40	3,10	0,129	2,971	1,420	91,988
34323,80	3,40	0,150	3,250	1,656	100,890
39227,20	3,69	0,172	3,518	1,893	109,496
44130,60	4,00	0,193	3,807	2,129	118,694
49034,00	4,25	0,215	4,035	2,366	126,113
53937,40	4,45	0,236	4,214	2,603	132,047
58840,80	4,73	0,258	4,472	2,839	140,356
63744,20	4,99	0,279	4,711	3,076	148,071
68647,60	5,23	0,301	4,929	3,312	155,193
73551,00	5,50	0,322	5,178	3,549	163,205
78454,40	5,85	0,343	5,507	3,786	173,591
83357,80	6,05	0,365	5,685	4,022	179,525
88261,20	6,35	0,386	5,964	4,259	188,427
93164,60	6,55	0,408	6,142	4,495	194,362
98068,00	6,82	0,429	6,391	4,732	202,374
102971,40	7,11	0,451	6,659	4,969	210,979
107874,80	7,33	0,472	6,858	5,205	217,507
112778,20	7,77	0,494	7,276	5,442	230,564
117681,60	7,85	0,515	7,335	5,679	232,938
122585,00	8,20	0,537	7,663	5,915	243,323
127488,40	8,60	0,558	8,042	6,152	255,190
132391,80	8,91	0,580	8,330	6,388	264,392
137295,20	9,30	0,601	8,699	6,625	275,954
142198,60	10,10	0,623	9,477	6,862	299,703

P max 142787,00

Tabel 6.49. Pengujian pull-out TD9 4 (1) 13

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg. Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 4 (1) 13				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,06	0,020	0,040	0,152	1,690
4903,40	0,65	0,039	0,611	0,304	18,310
7355,10	1,15	0,059	1,091	0,456	32,394
9806,80	1,60	0,078	1,522	0,608	45,070
12258,50	1,98	0,098	1,882	0,760	55,775
14710,20	2,38	0,118	2,262	0,911	67,042
17161,90	2,69	0,137	2,553	1,063	75,775
19613,60	3,25	0,157	3,093	1,215	91,549
22065,30	3,45	0,176	3,274	1,367	97,183
24517,00	3,70	0,196	3,504	1,519	104,225
26968,70	3,86	0,216	3,644	1,671	108,732
29420,40	4,08	0,235	3,845	1,823	114,930
31872,10	4,35	0,255	4,095	1,975	122,535
34323,80	4,55	0,274	4,276	2,127	128,169
36775,50	4,80	0,294	4,506	2,279	135,211
39227,20	5,10	0,314	4,786	2,430	143,662
41678,90	5,60	0,333	5,267	2,582	157,746
44130,60	5,85	0,353	5,497	2,734	164,789
46582,30	6,30	0,373	5,927	2,886	177,465
49034,00	6,65	0,392	6,258	3,036	184,662
51485,70	9,52	0,412	9,108	3,190	268,169
53937,40	10,85	0,431	10,419	3,342	305,634
56389,10	12,20	0,451	11,749	3,494	343,662
58840,80	16,75	0,471	16,279	3,646	471,831
61292,50	19,78	0,490	19,290	3,798	557,183
63744,20	21,00	0,510	20,490	3,950	591,549

p max 67666 92

Tabel 6.50. Pengujian pull-out TD9 4 (2) 13

BEBAN (N)	Dial TD9 4 (2) 13	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	feg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2451,70	0,82	0,020	0,800	0,152	22,460
4903,40	1,35	0,040	1,310	0,304	36,986
7355,10	1,83	0,060	1,770	0,456	50,137
9806,80	2,25	0,081	2,169	0,608	61,644
12258,50	2,58	0,101	2,479	0,760	70,686
14710,20	2,91	0,121	2,789	0,911	79,726
17161,90	3,19	0,141	3,049	1,063	87,397
19613,60	3,45	0,161	3,289	1,215	94,521
22065,30	3,71	0,181	3,529	1,367	101,644
24517,00	3,92	0,202	3,718	1,519	107,397
26968,70	4,14	0,222	3,918	1,671	113,425
29420,40	4,40	0,242	4,158	1,823	120,548
31872,10	4,60	0,262	4,338	1,975	126,027
34323,80	4,82	0,282	4,538	2,127	132,055
36775,50	5,04	0,302	4,738	2,279	138,082
39227,20	5,26	0,323	4,937	2,430	144,110
41678,90	5,55	0,343	5,207	2,582	152,055
44130,60	5,90	0,363	5,537	2,734	161,644
46582,30	9,65	0,383	9,267	2,886	264,384
49034,00	10,39	0,403	9,987	3,038	284,858
51485,70	13,00	0,423	12,577	3,190	356,164
53937,40	14,26	0,444	13,836	3,342	391,253
56389,10	18,00	0,464	17,536	3,494	493,151
58840,80	19,95	0,484	19,466	3,646	546,576
61292,50	20,55	0,504	20,046	3,798	563,014
63744,20	22,00	0,524	21,476	3,950	602,740

P max 63744,2

Tabel 6.51. Pengujian pull-out TD9 4 (1) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 4 (1) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,15	0,031	0,119	0,205	4,360
9806,80	0,90	0,061	0,839	0,411	26,163
14710,20	1,52	0,092	1,428	0,616	44,186
19613,60	2,02	0,123	1,897	0,822	58,721
24517,00	2,36	0,154	2,206	1,027	68,605
29420,40	2,75	0,184	2,566	1,233	79,942
34323,80	3,10	0,215	2,885	1,438	90,116
39227,20	3,35	0,246	3,104	1,644	97,384
44130,60	3,62	0,276	3,344	1,849	105,232
49034,00	3,90	0,307	3,593	2,055	113,372
53937,40	4,14	0,338	3,802	2,260	120,349
58840,80	4,40	0,369	4,031	2,466	127,907
63744,20	4,65	0,399	4,251	2,671	135,174
68647,60	4,91	0,430	4,480	2,877	142,733
73551,00	5,15	0,461	4,689	3,082	149,709
78454,40	5,42	0,491	4,929	3,288	157,558
83357,80	5,70	0,522	5,178	3,493	165,698
88261,20	5,93	0,553	5,377	3,699	172,384
93164,60	6,18	0,584	5,596	3,904	179,651
98068,00	6,54	0,614	5,926	4,109	190,116
102971,40	6,70	0,645	6,055	4,315	194,767
107874,80	7,02	0,676	6,344	4,520	204,070
112778,20	7,46	0,706	6,754	4,726	216,860
117681,60	8,02	0,737	7,283	4,931	233,140
122585,00	8,40	0,768	7,632	5,137	244,186
127488,40	9,10	0,799	8,301	5,342	264,535
132391,80	13,50	0,829	12,671	5,548	392,442
137295,20	14,45	0,860	13,590	5,753	420,058

p max 138275,88

Tabel 6.52. Pengujian pull-out TD9 4 (2) 19

BEBAN (N)	Dial	Perp. Tul. (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 4 (2) 19				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,15	0,031	0,119	0,205	4,348
9806,80	1,01	0,062	0,948	0,411	29,275
14710,20	1,60	0,092	1,508	0,616	46,377
19613,60	2,12	0,123	1,997	0,822	61,449
24517,00	2,57	0,154	2,416	1,027	74,493
29420,40	3,20	0,185	3,019	1,233	92,764
34323,80	4,02	0,216	3,804	1,438	116,522
39227,20	4,35	0,246	4,104	1,644	126,087
44130,60	4,64	0,277	4,363	1,849	134,493
49034,00	4,92	0,308	4,612	2,055	142,609
53937,40	5,20	0,339	4,861	2,260	150,725
58840,80	5,70	0,370	5,330	2,466	165,217
63744,20	7,68	0,400	7,280	2,671	222,609
68647,60	8,15	0,431	7,719	2,877	236,232
73551,00	8,85	0,462	8,388	3,082	256,522

P max 75512,36

Tabel 6.53. Pengujian pull-out TD9 4 (1) 22

BEBAN (N)	Dial TD9 4 (1) 22	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,68	0,022	0,658	0,177	19,787
9806,80	1,30	0,044	1,256	0,355	37,791
14710,20	1,80	0,066	1,734	0,532	52,326
19613,60	2,20	0,088	2,112	0,710	63,953
24517,00	2,56	0,110	2,450	0,887	74,419
29420,40	3,03	0,131	2,899	1,065	88,081
34323,80	3,30	0,153	3,147	1,242	95,930
39227,20	3,57	0,175	3,395	1,420	103,779
44130,60	3,97	0,197	3,773	1,597	115,407
49034,00	4,25	0,219	4,031	1,775	123,547
53937,40	4,50	0,241	4,259	1,952	130,814
58840,80	4,76	0,263	4,497	2,129	138,372
63744,20	5,07	0,285	4,785	2,307	147,384
68647,60	5,36	0,307	5,053	2,484	155,814
73551,00	5,65	0,329	5,321	2,662	164,244
78454,40	5,92	0,351	5,589	2,839	172,093
83357,80	6,12	0,373	5,747	3,017	177,907
88261,20	6,35	0,394	5,956	3,194	184,593
93164,60	6,61	0,416	6,194	3,372	192,151
98068,00	6,83	0,438	6,392	3,549	198,547
102971,40	7,15	0,460	6,690	3,727	207,849
107874,80	7,47	0,482	6,988	3,904	217,151
112778,20	7,70	0,504	7,196	4,081	223,837
117681,60	8,11	0,526	7,584	4,259	235,756
122585,00	8,60	0,548	8,052	4,436	250,000
127488,40	9,06	0,570	8,490	4,614	263,372
132391,80	9,28	0,592	8,688	4,791	269,767
137295,20	9,57	0,614	8,956	4,969	278,196
142198,60	10,08	0,635	9,445	5,146	293,023
147102,00	10,60	0,657	9,943	5,324	308,140
152005,40	11,10	0,679	10,421	5,501	322,674

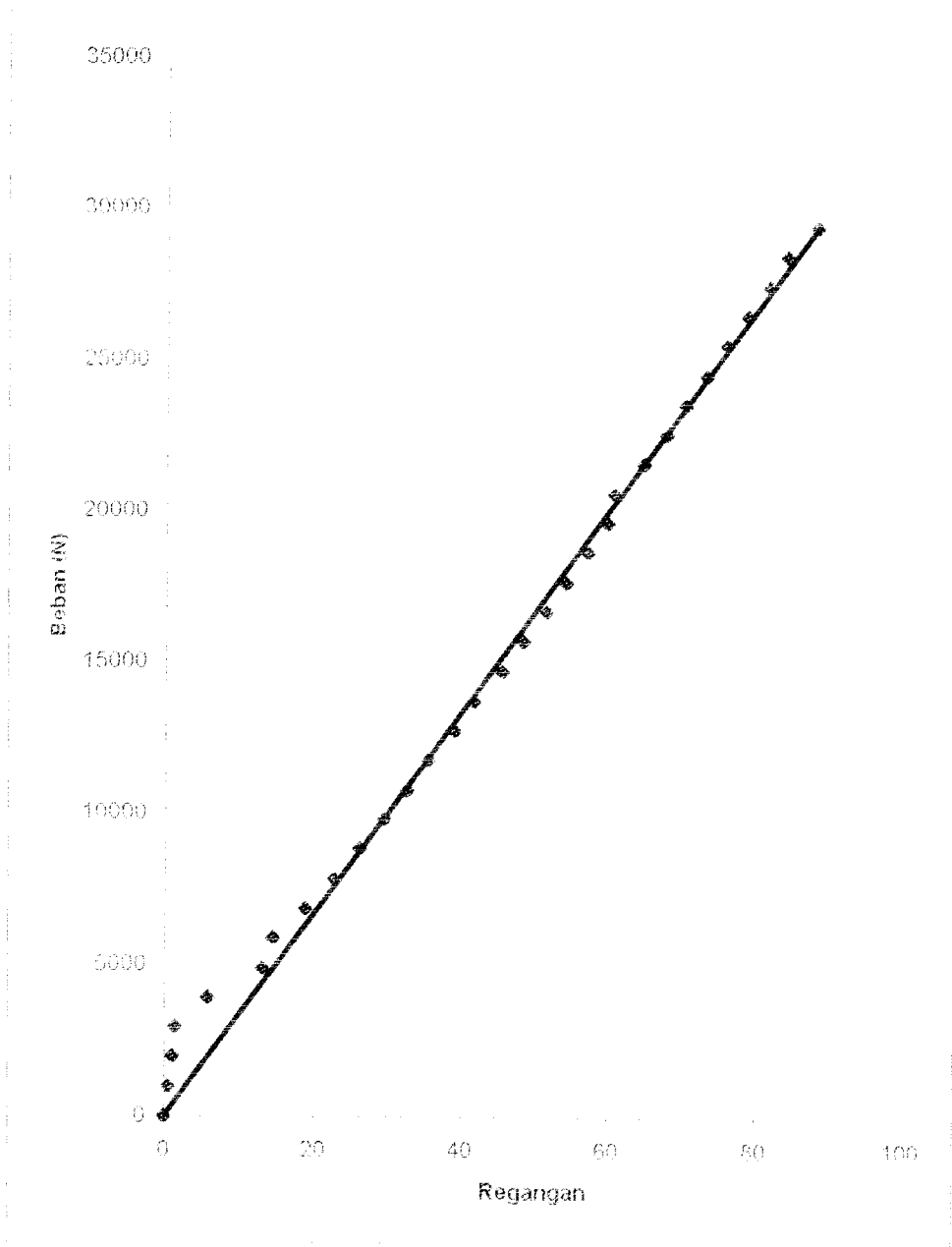
p max 156908,30

Tabel 6.54. Pengujian pull-out TD9 4 (2) 22

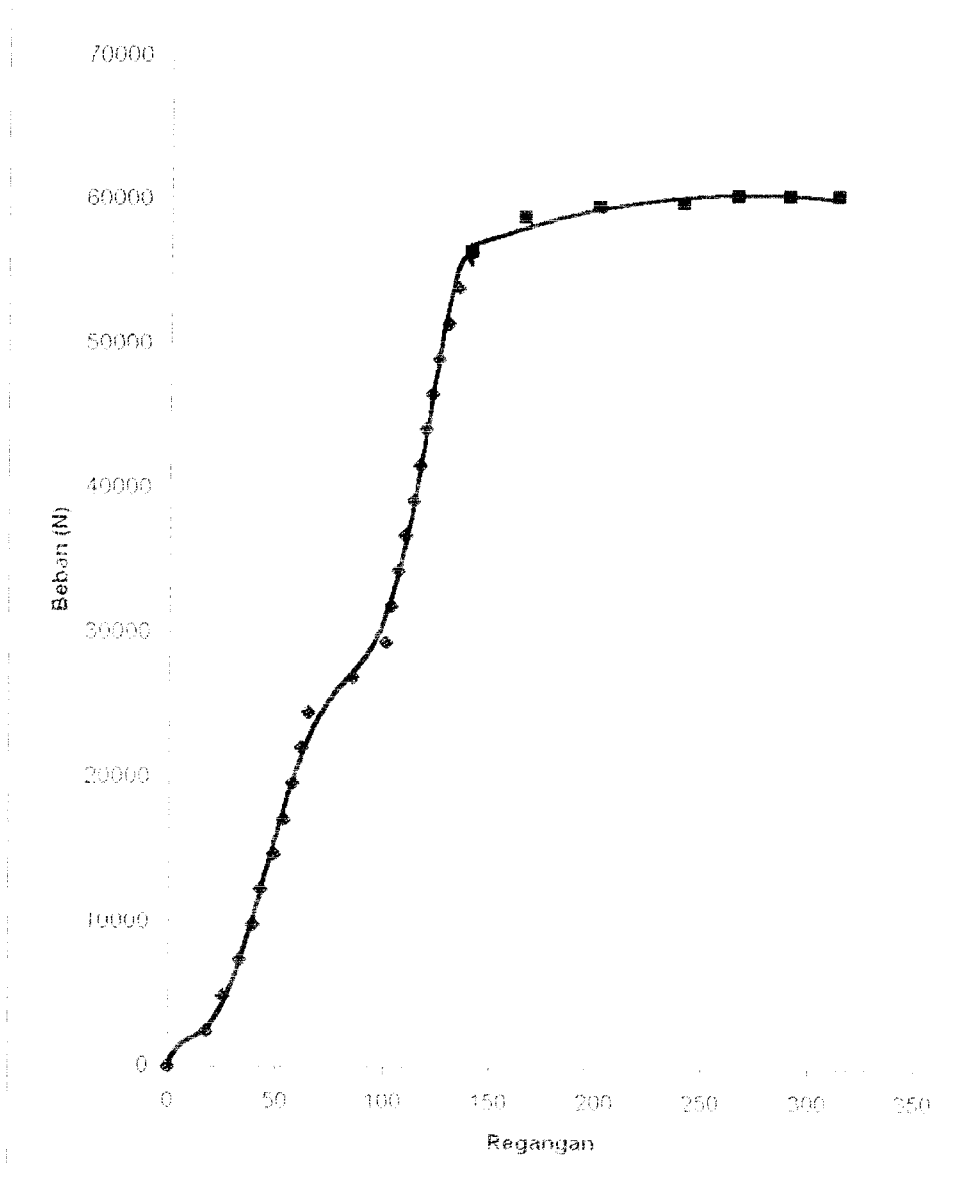
BEBAN (N)	Dial	Perp Tul (mm)	Slip Total (mm)	Teg Mpa	Regangan pull-out (10 ⁻¹)
	TD9 4 (2) 22				
1	2	3	4	5	6
0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4903,40	0,10	0,027	0,073	0,177	2,353
9806,80	0,81	0,054	0,756	0,355	19,059
14710,20	1,26	0,081	1,179	0,532	29,647
19613,60	1,55	0,108	1,442	0,710	36,471
24517,00	1,94	0,135	1,805	0,887	45,647
29420,40	2,27	0,162	2,108	1,065	53,412
34323,80	2,51	0,190	2,320	1,242	59,059
39227,20	2,78	0,217	2,563	1,420	65,412
44130,60	3,05	0,244	2,806	1,597	71,765
49034,00	3,30	0,271	3,029	1,775	77,647
53937,40	3,56	0,298	3,262	1,952	83,765
58840,80	3,75	0,325	3,425	2,129	88,235
63744,20	4,02	0,352	3,668	2,307	94,588
68647,60	4,21	0,379	3,831	2,484	99,059
73551,00	4,49	0,406	4,084	2,662	105,647
78454,40	4,71	0,433	4,277	2,839	110,824
83357,80	4,97	0,460	4,510	3,017	116,941
88261,20	5,22	0,487	4,735	3,194	122,824
93164,60	5,55	0,514	5,038	3,372	130,538
98068,00	5,78	0,541	5,239	3,549	136,000
102971,40	6,04	0,569	5,471	3,727	142,118
107874,80	6,39	0,596	5,734	3,904	150,353
112778,20	6,58	0,623	5,957	4,081	154,824
117681,60	6,95	0,650	6,300	4,259	163,529
122585,00	7,33	0,677	6,653	4,436	172,471
127488,40	7,58	0,704	6,876	4,614	178,353
132391,80	7,70	0,731	6,969	4,791	181,178
137295,20	8,30	0,758	7,542	4,969	195,294
142198,60	8,75	0,785	7,965	5,146	205,882
147102,00	9,03	0,812	8,218	5,324	212,471

p max 14853,70

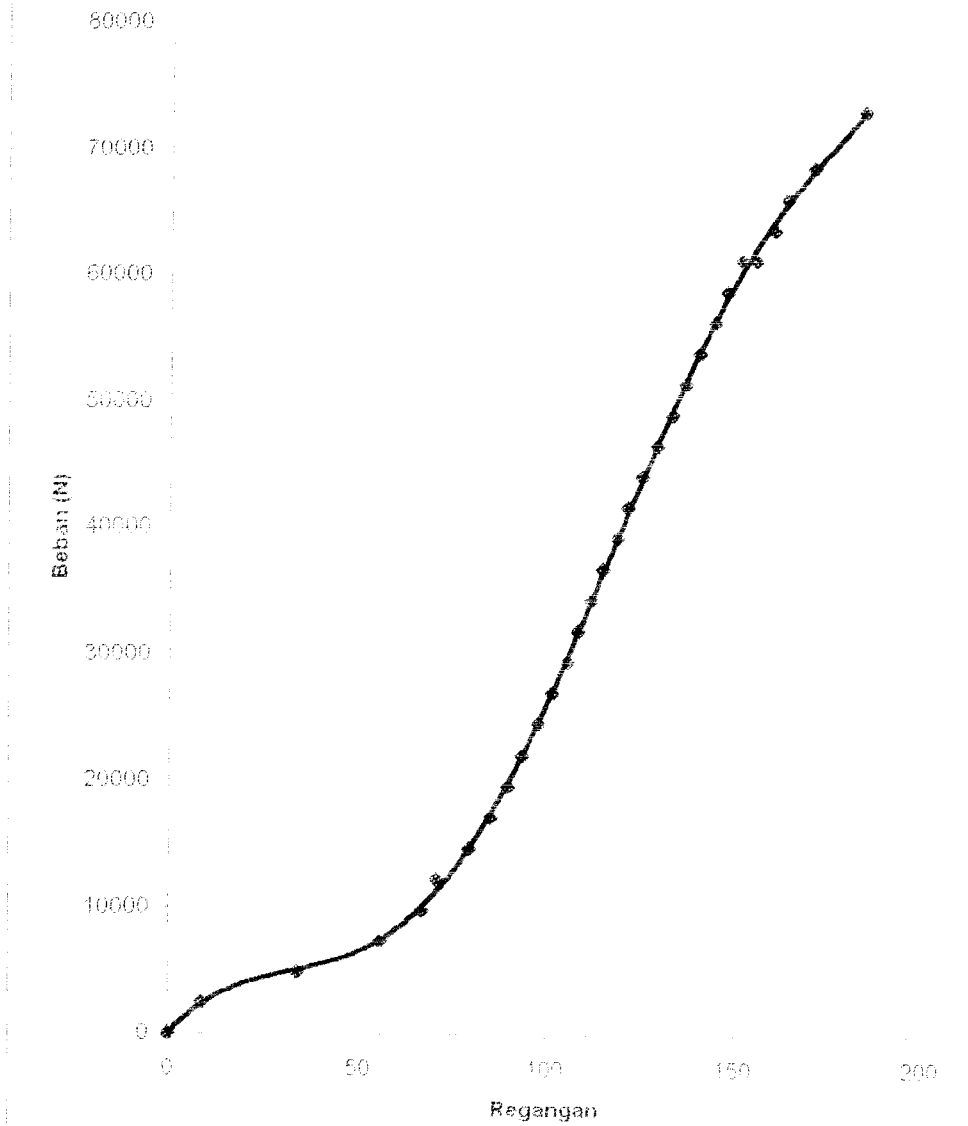
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (1) 13



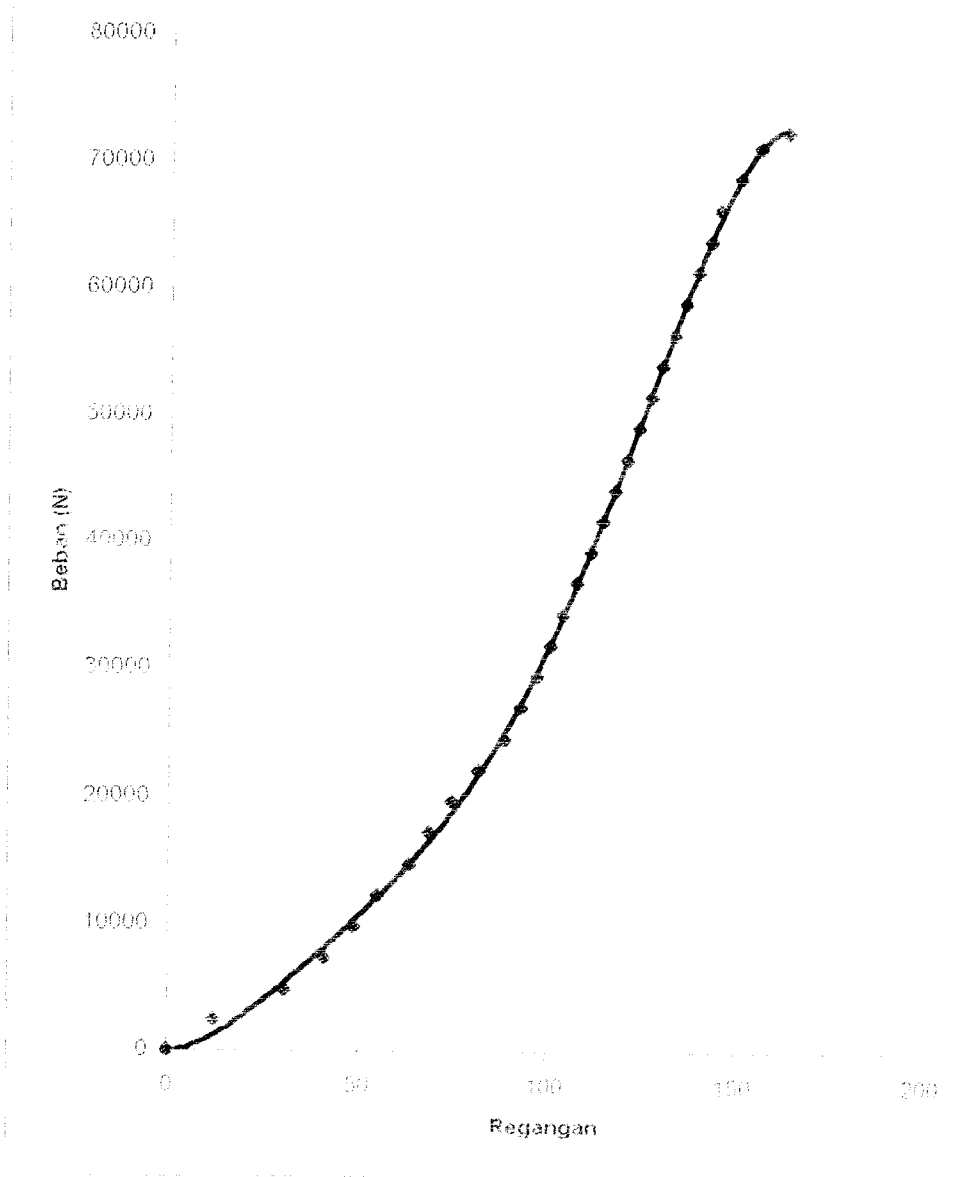
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (2) 13



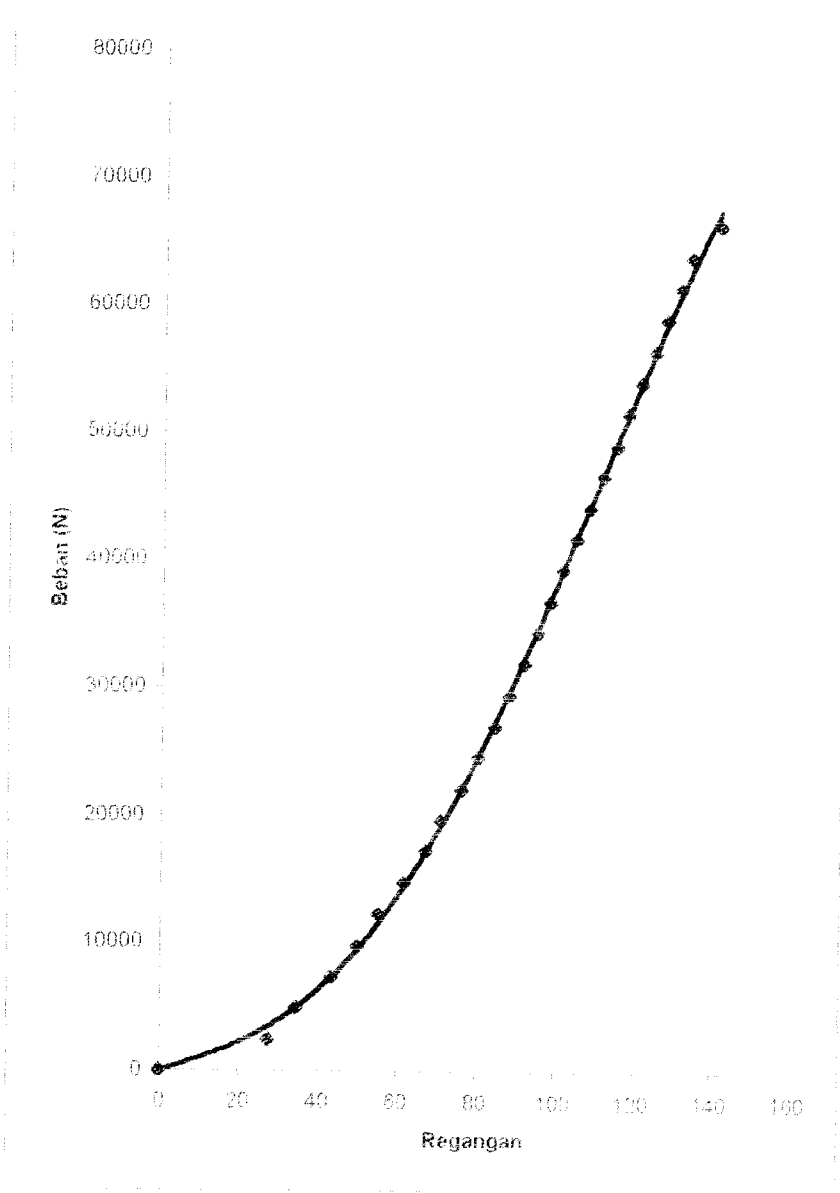
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (1) 19



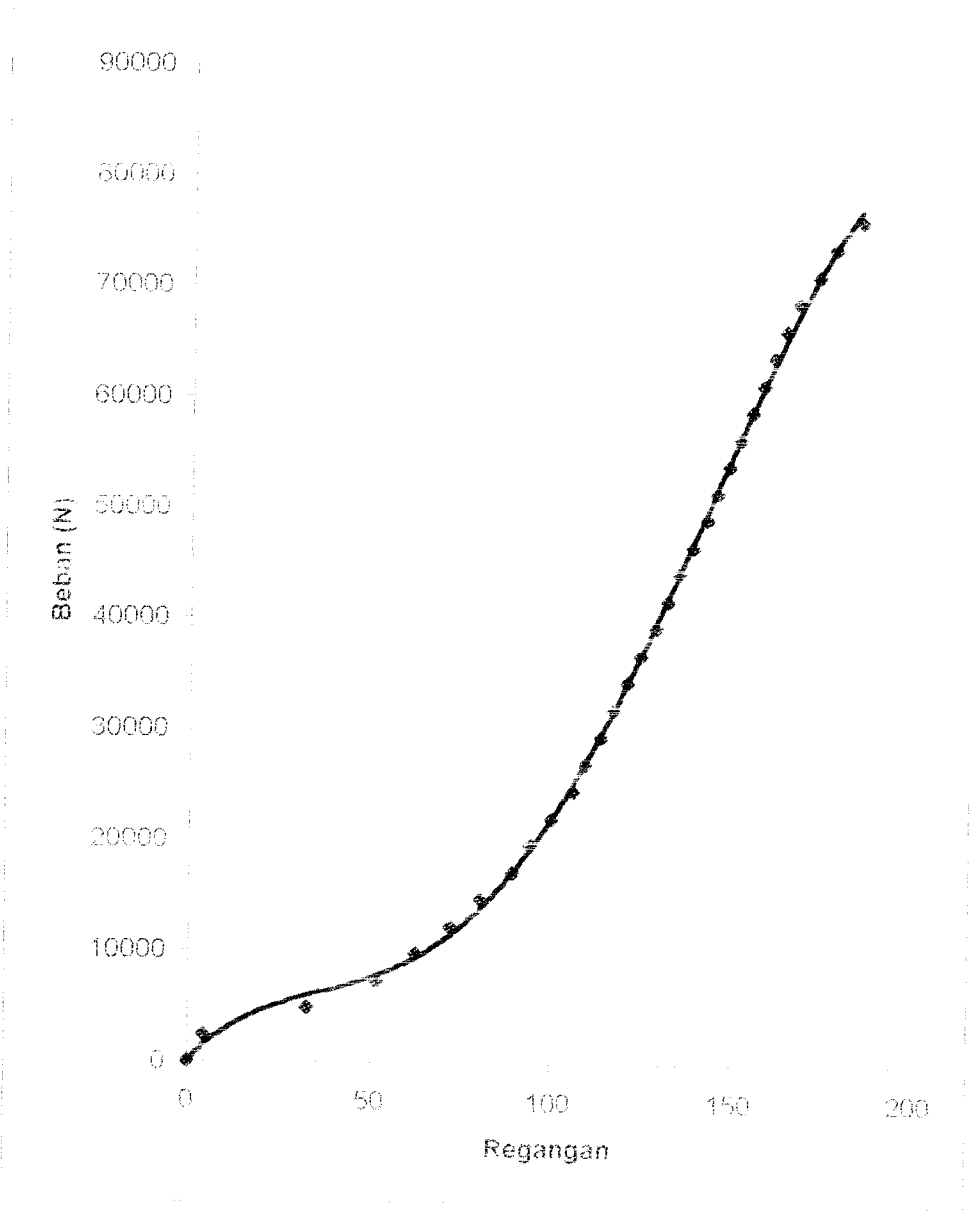
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (2) 19



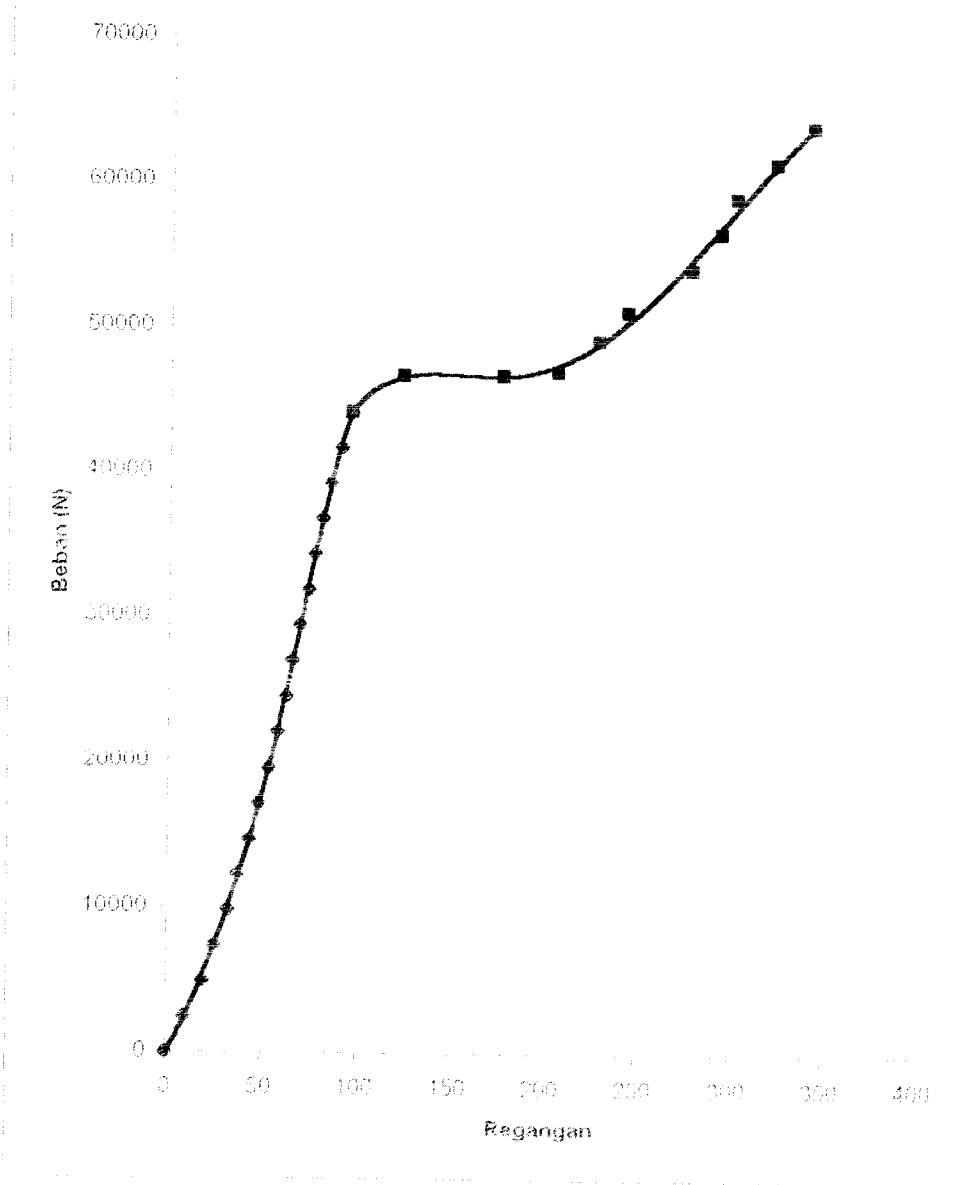
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (1) 22



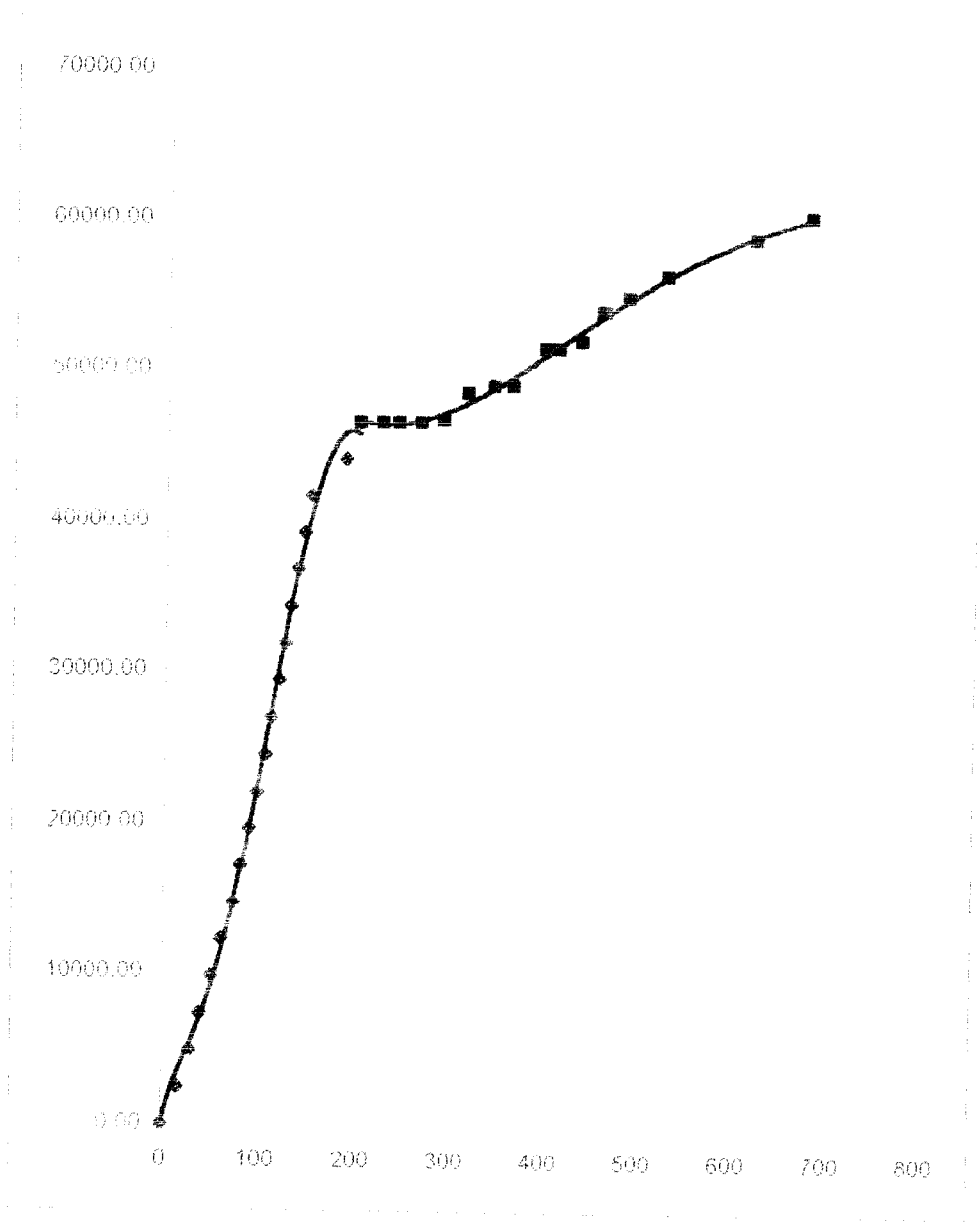
Grafik beban-regangan pull-out TPL 2 (2) 22



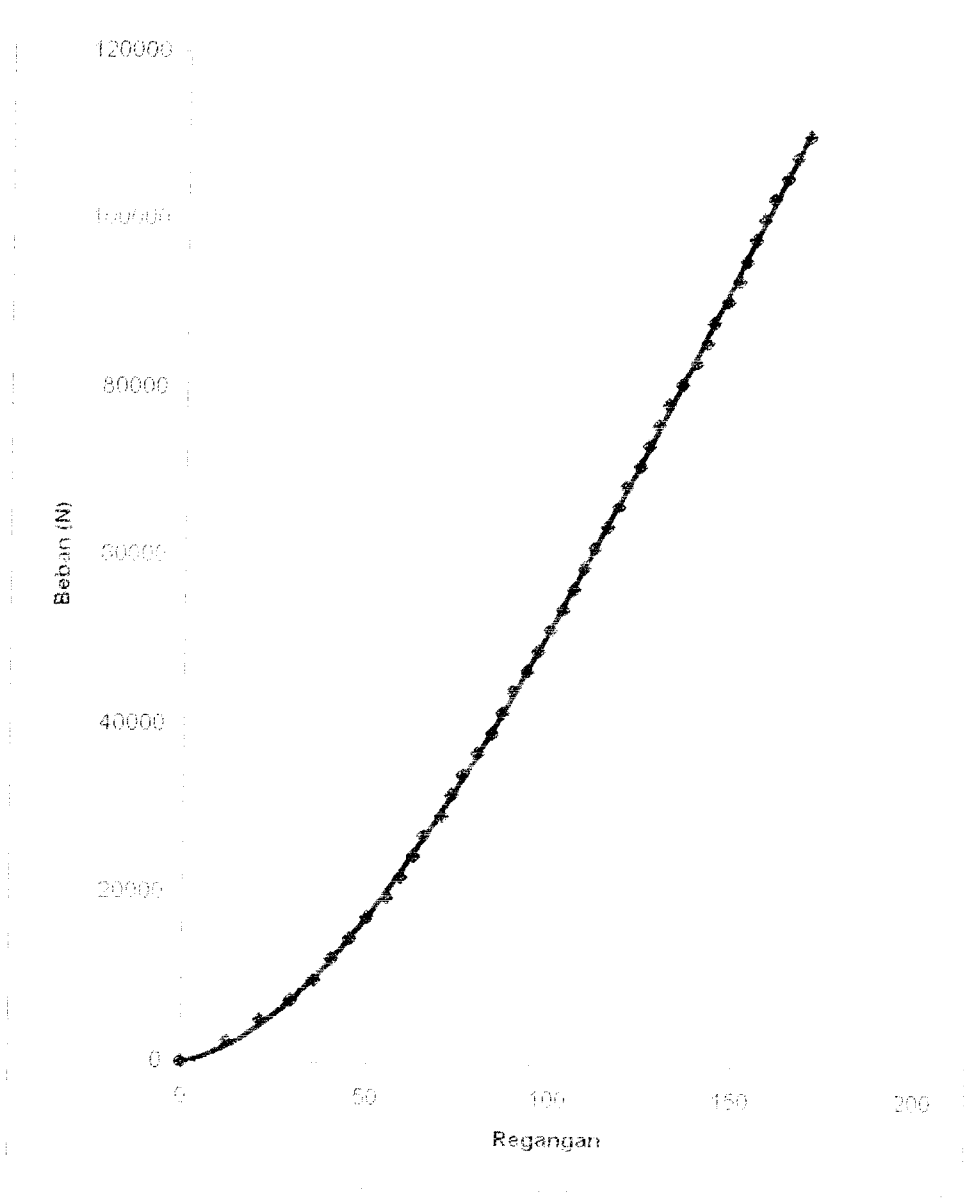
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (1) 13



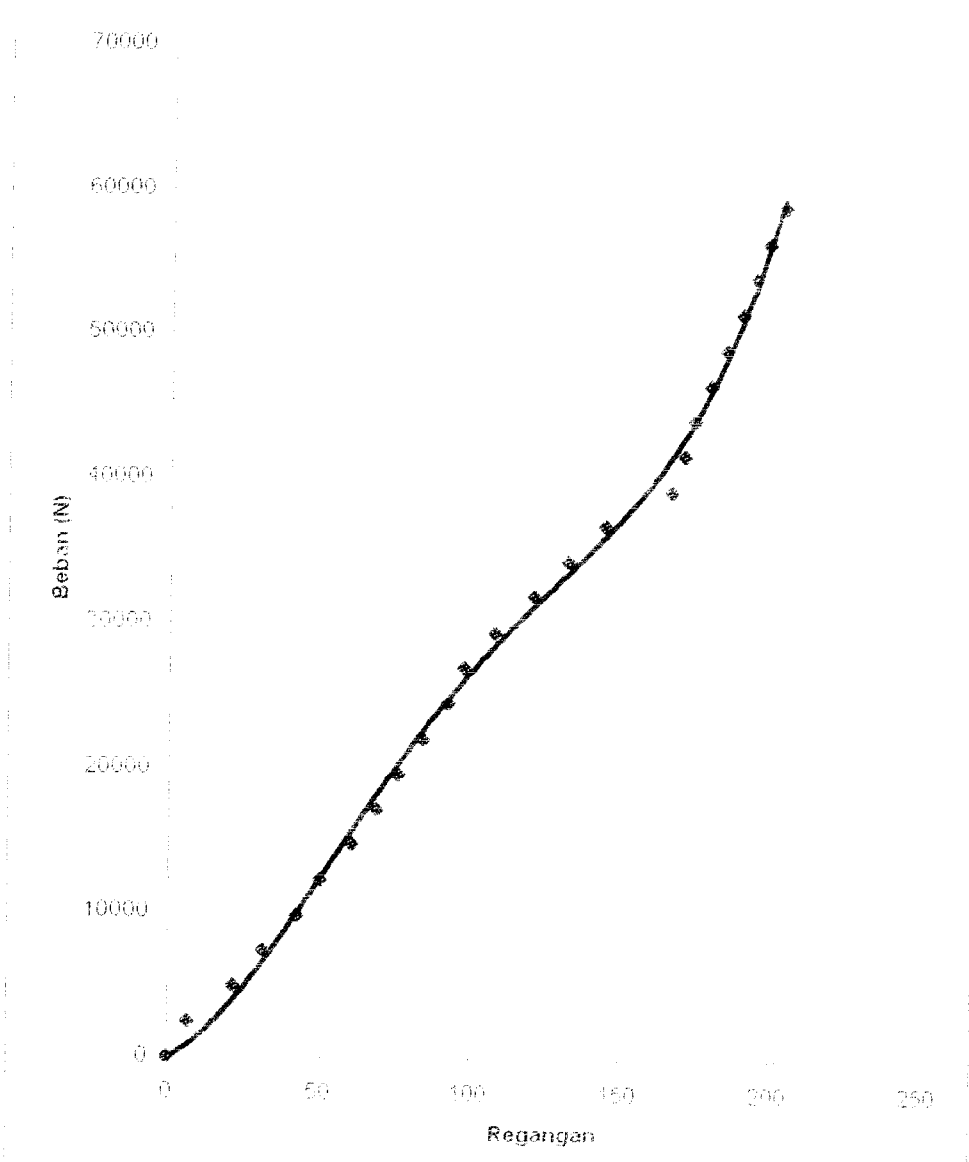
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (2) 13



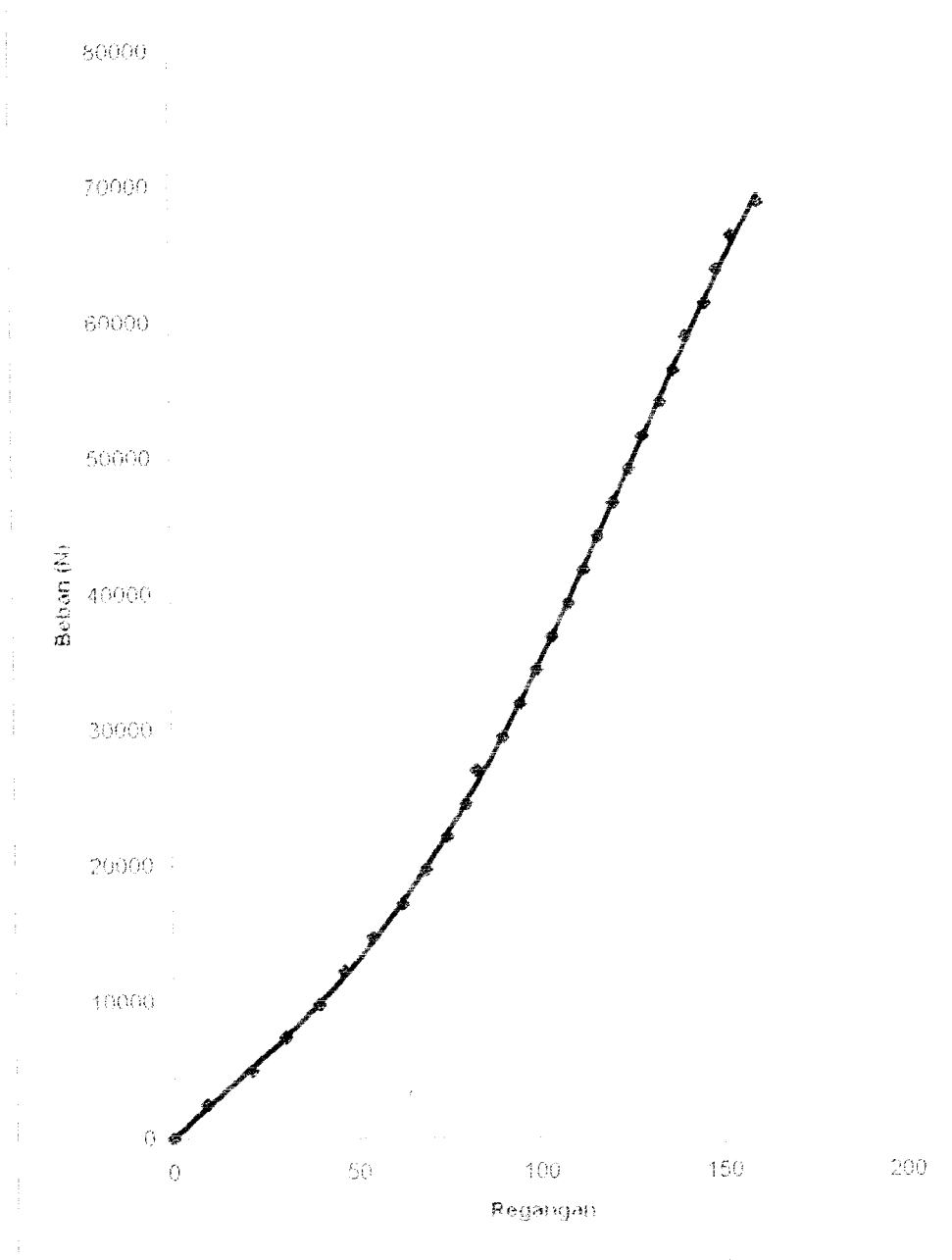
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (1) 19



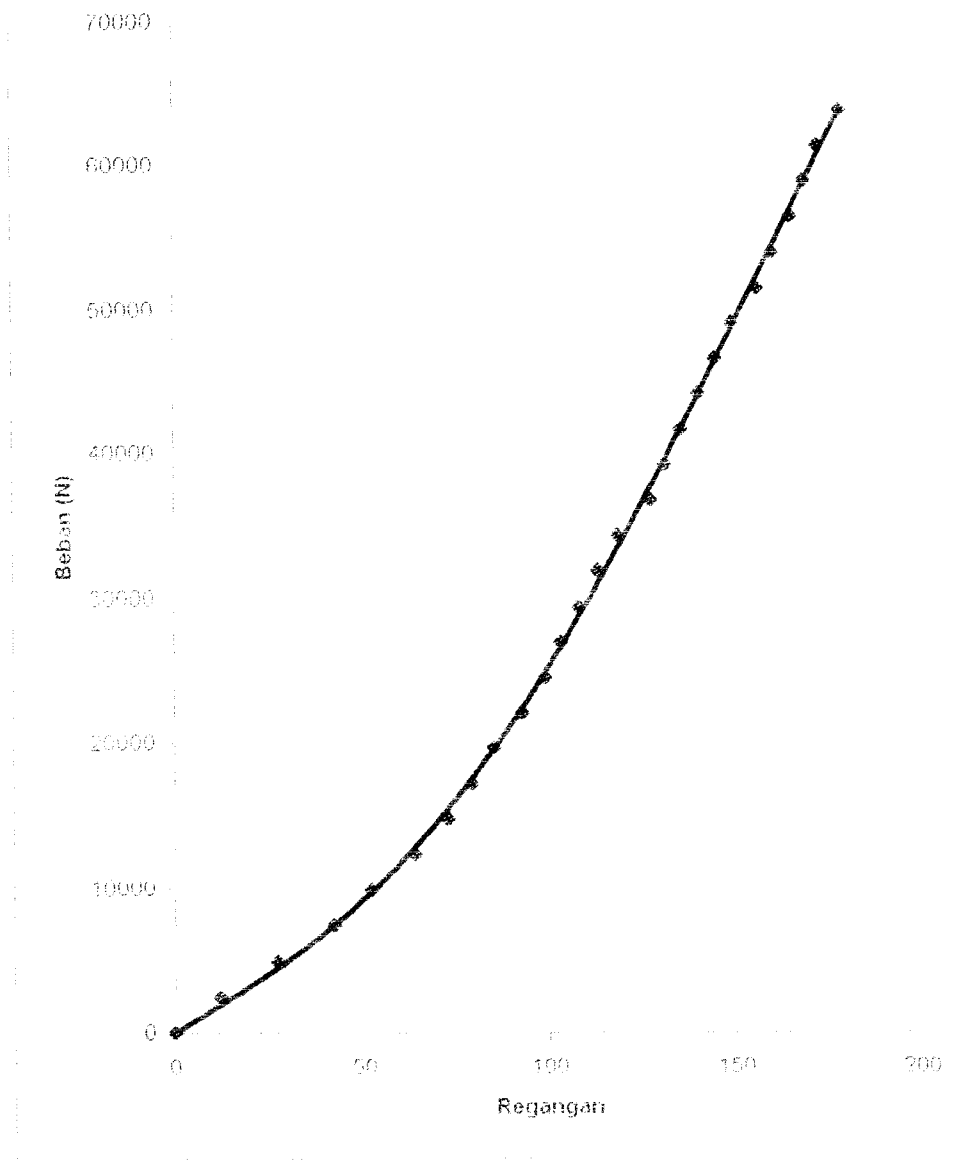
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (2) 19



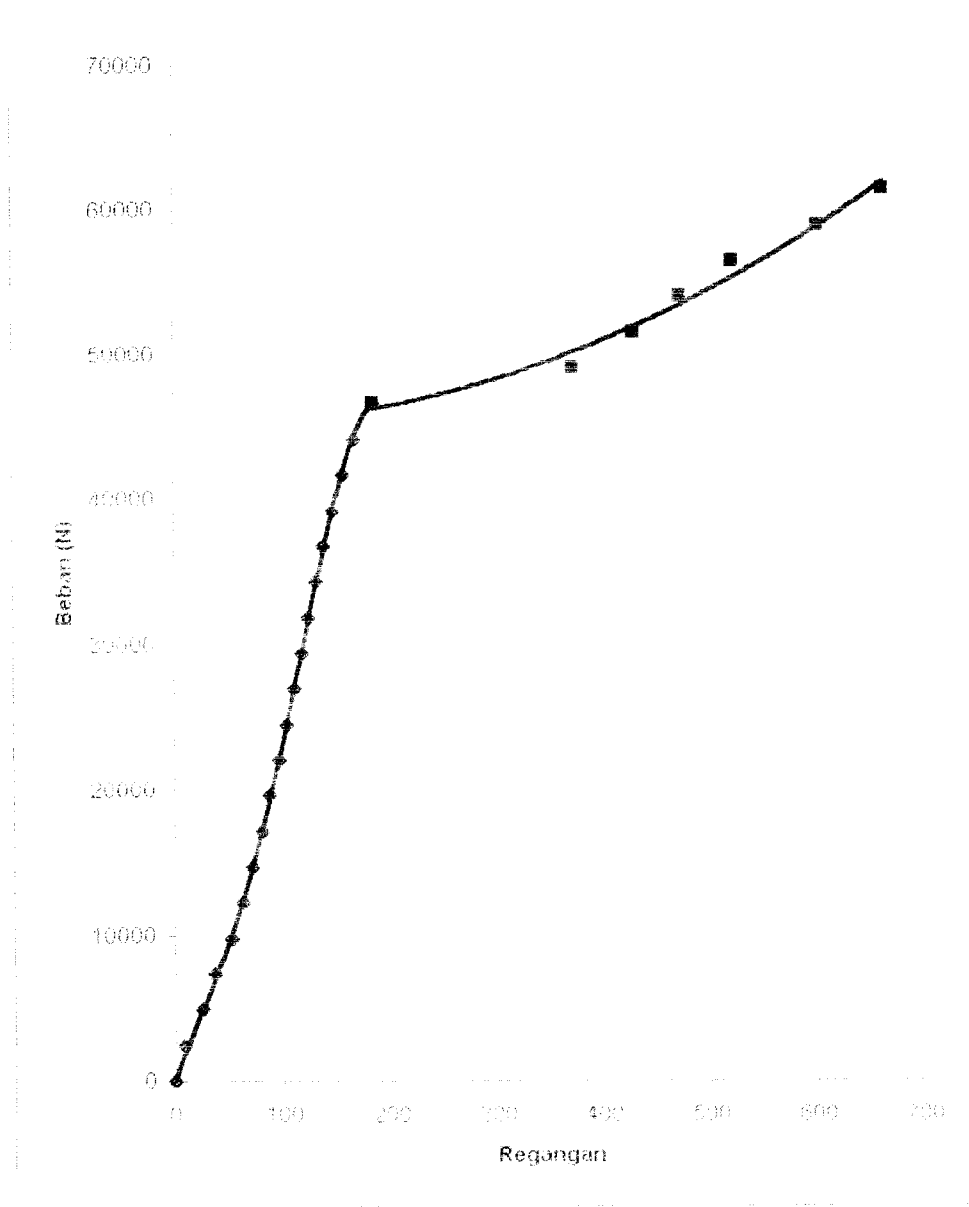
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (1) 22



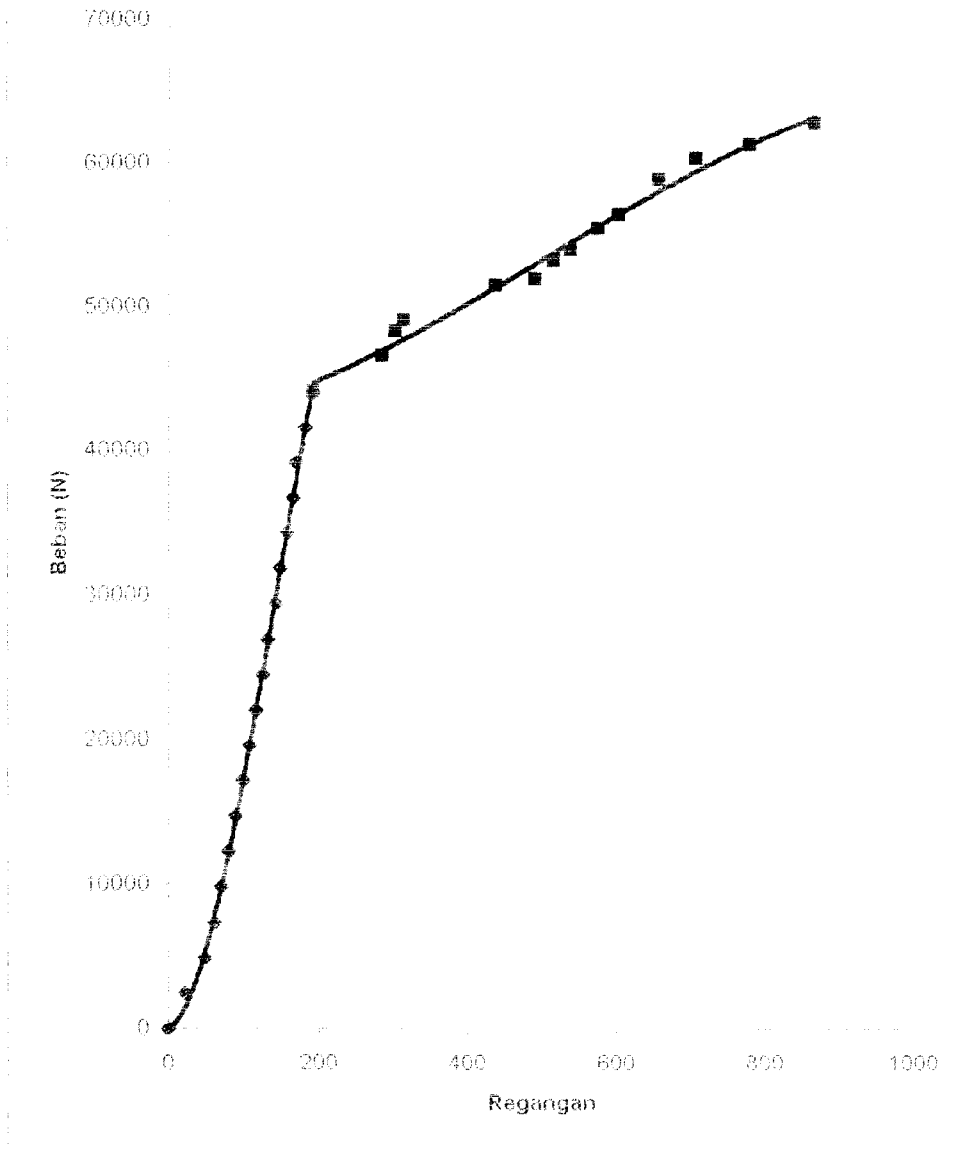
Grafik beban-regangan pull-out TDL 2 (2) 22



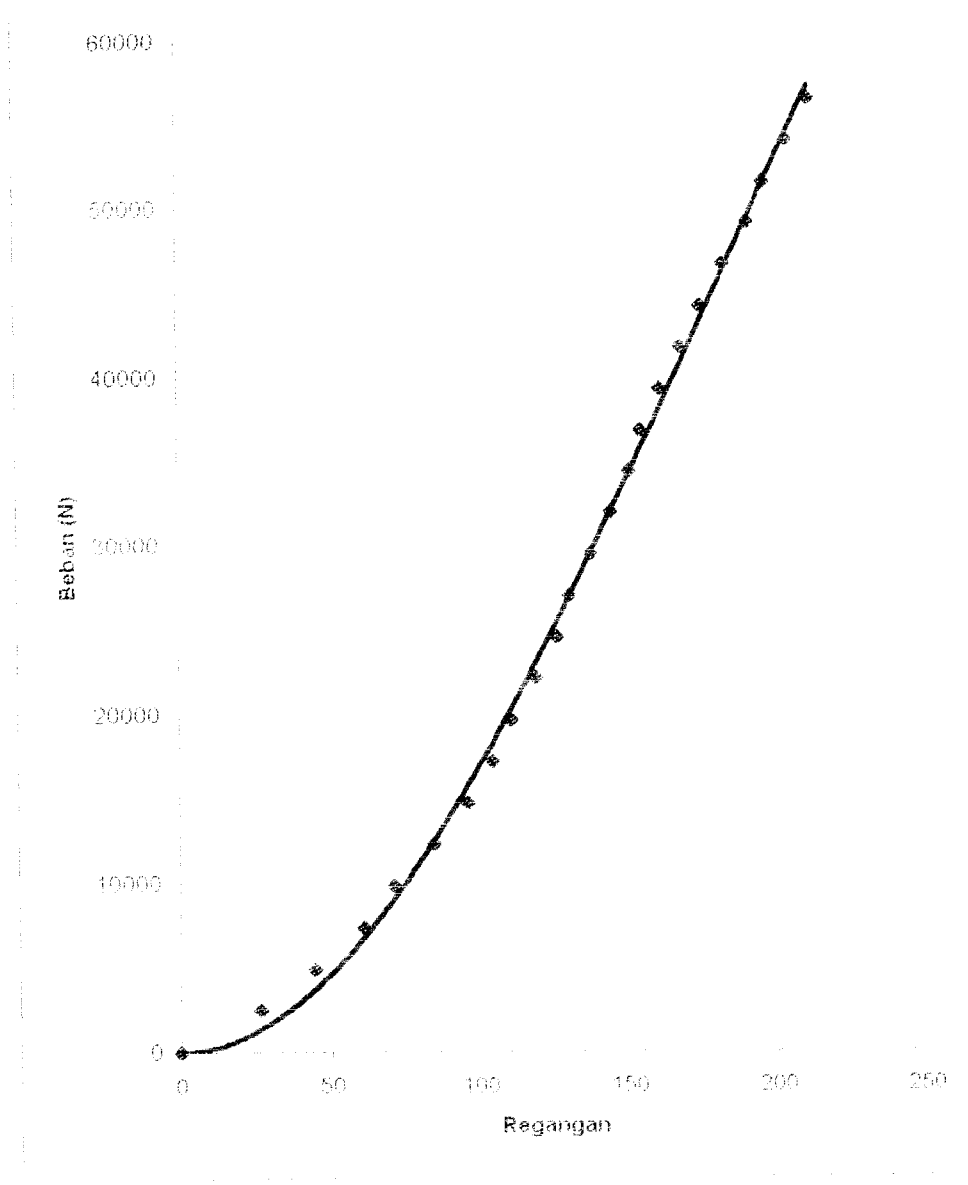
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (1) 13



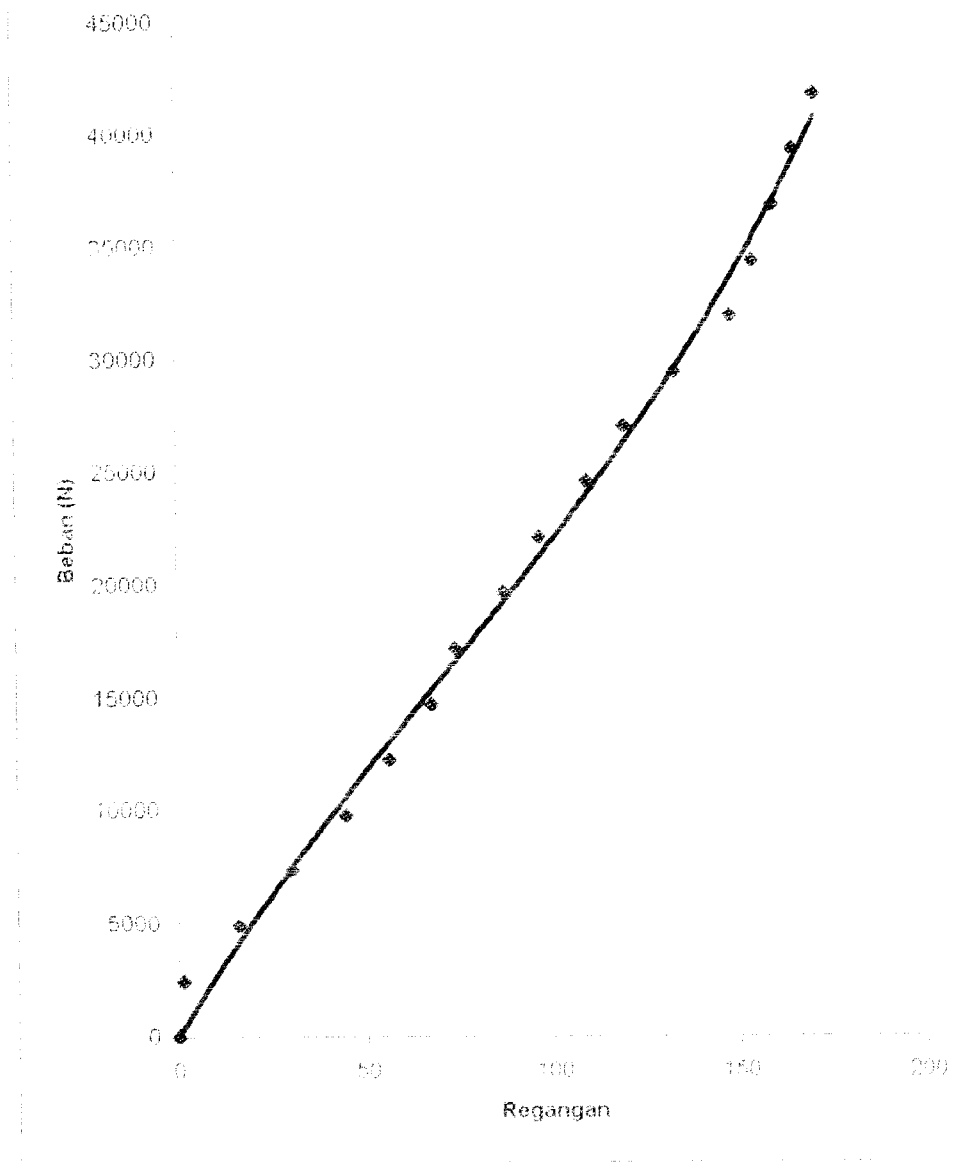
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (2) 13



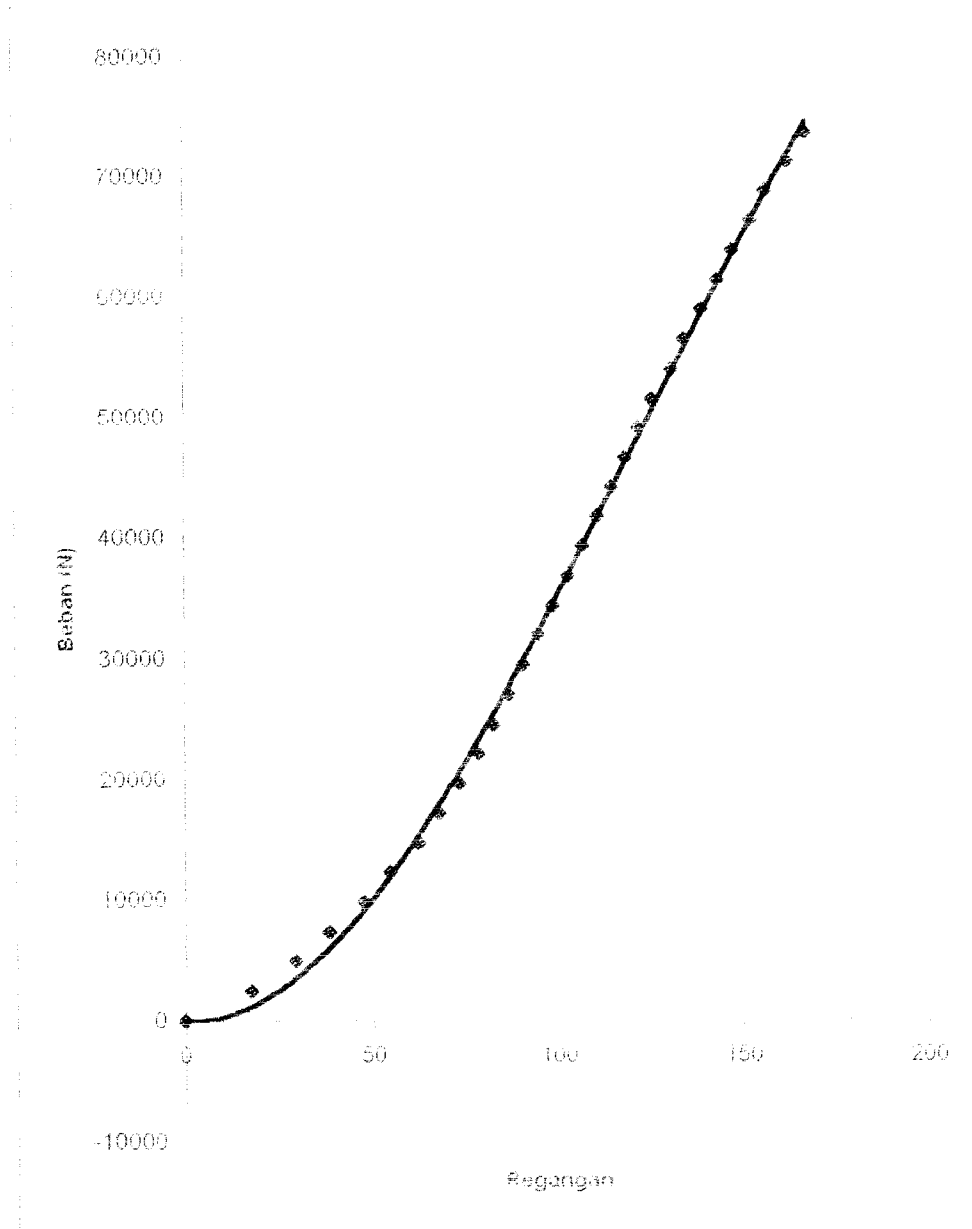
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (1) 19



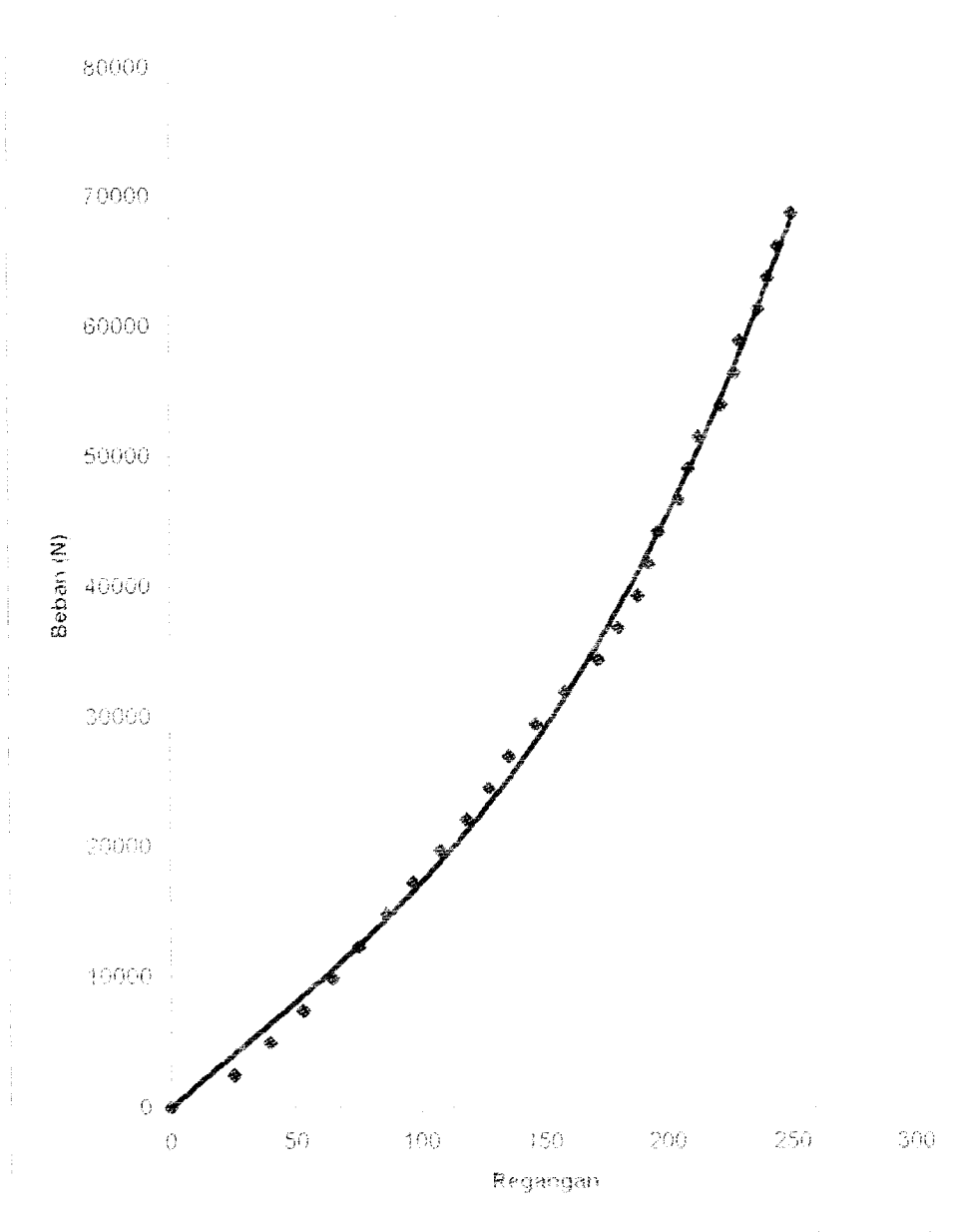
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (2) 19



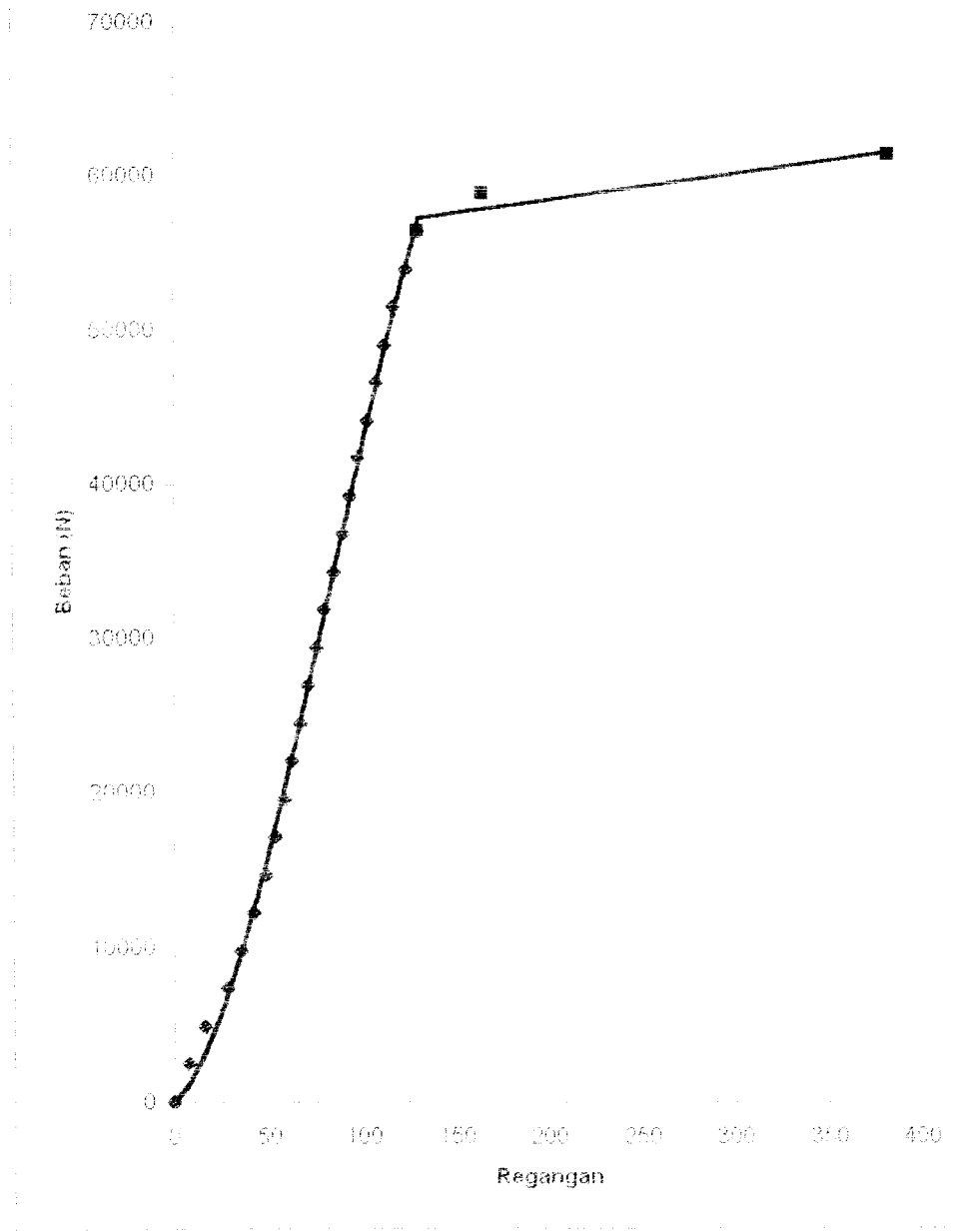
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (1) 22



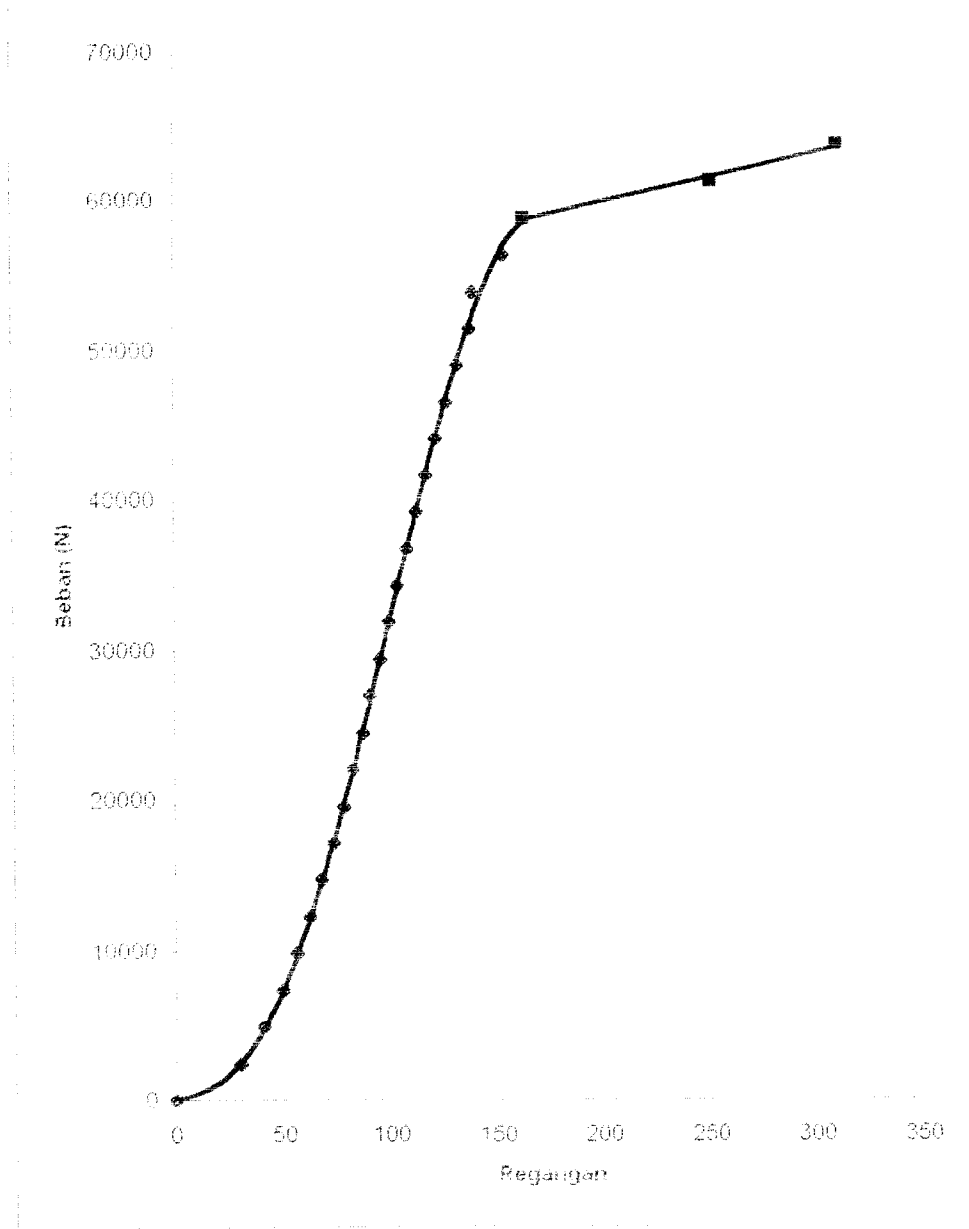
Grafik beban-regangan pull-out TD9 2 (2) 22



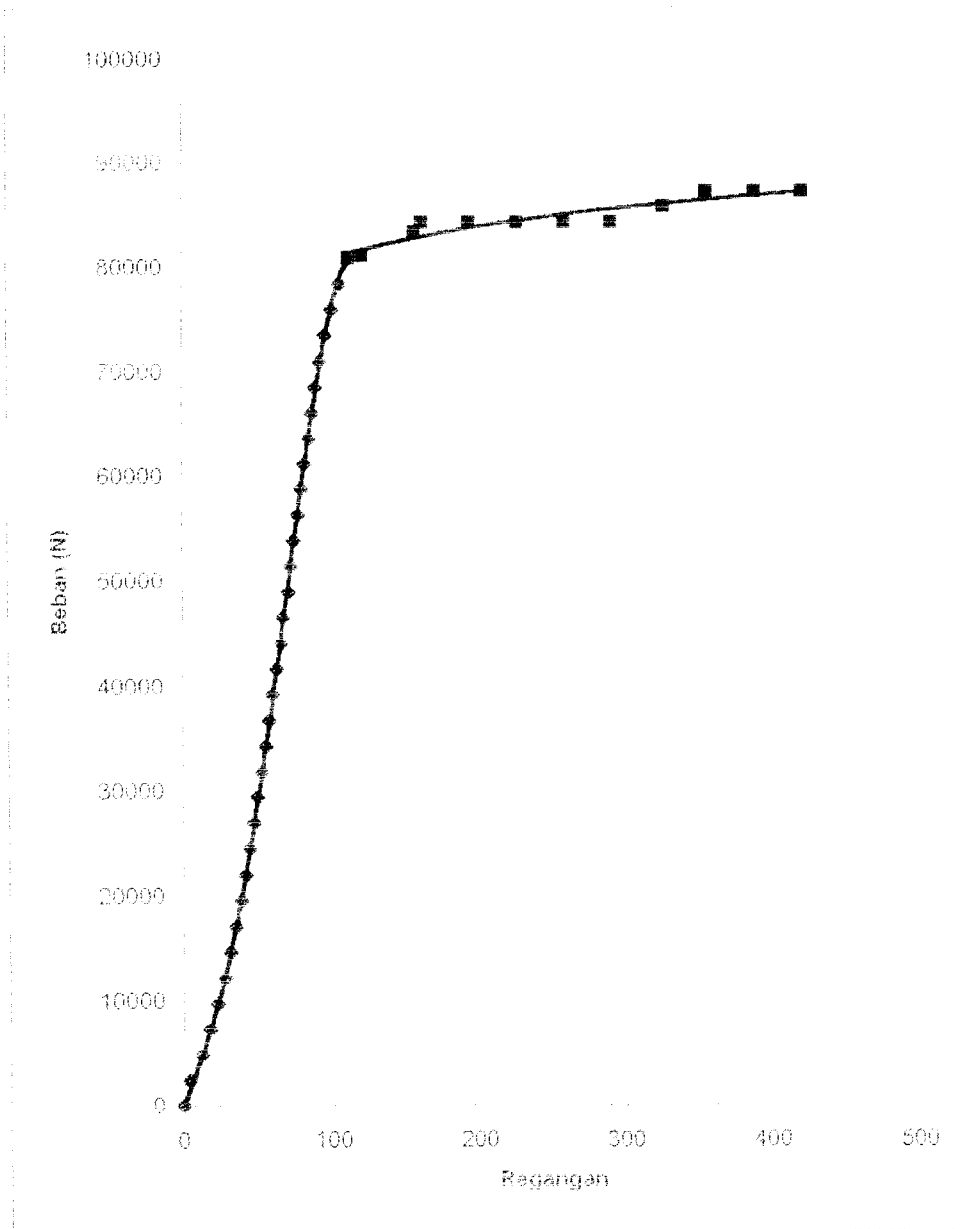
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (1) 13



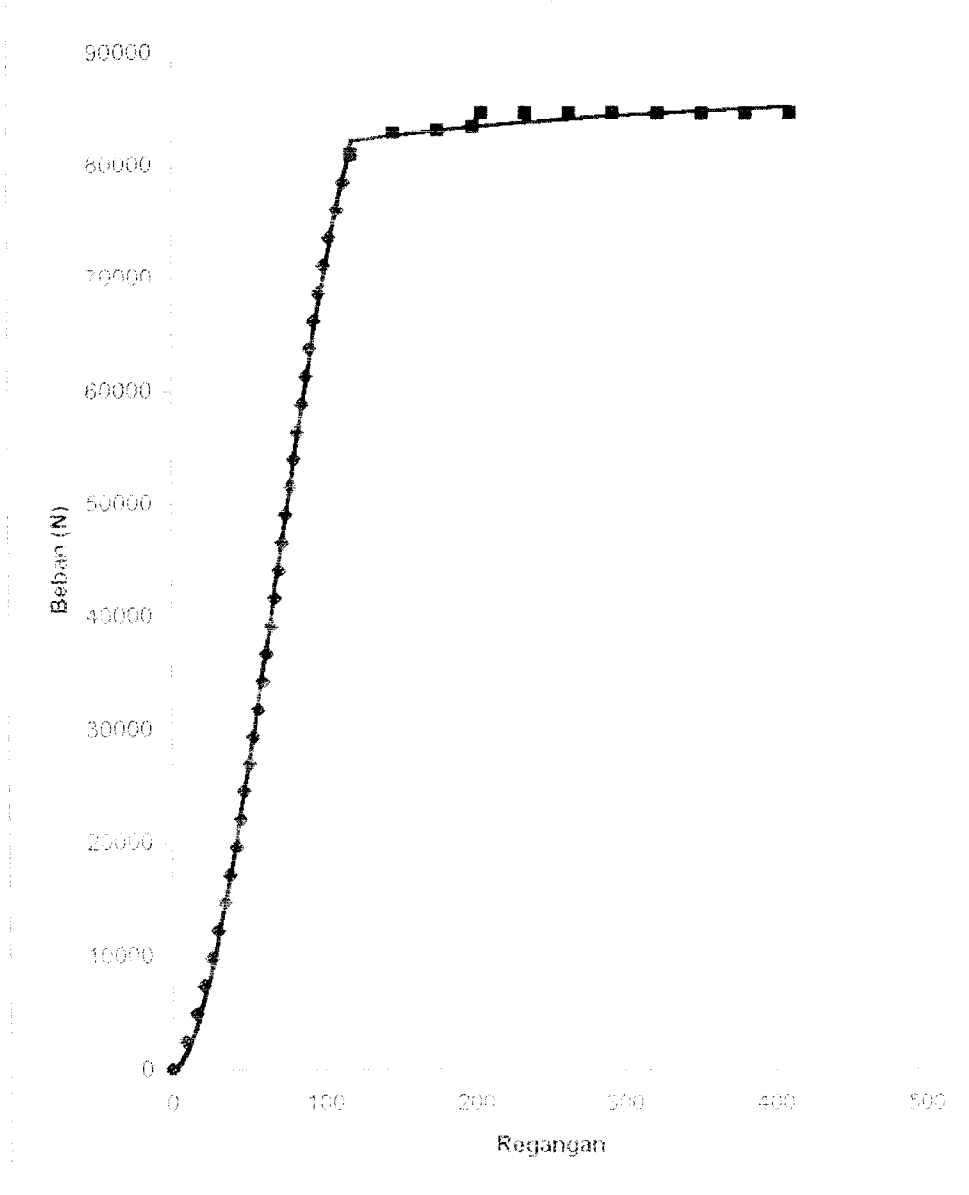
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (2) 13



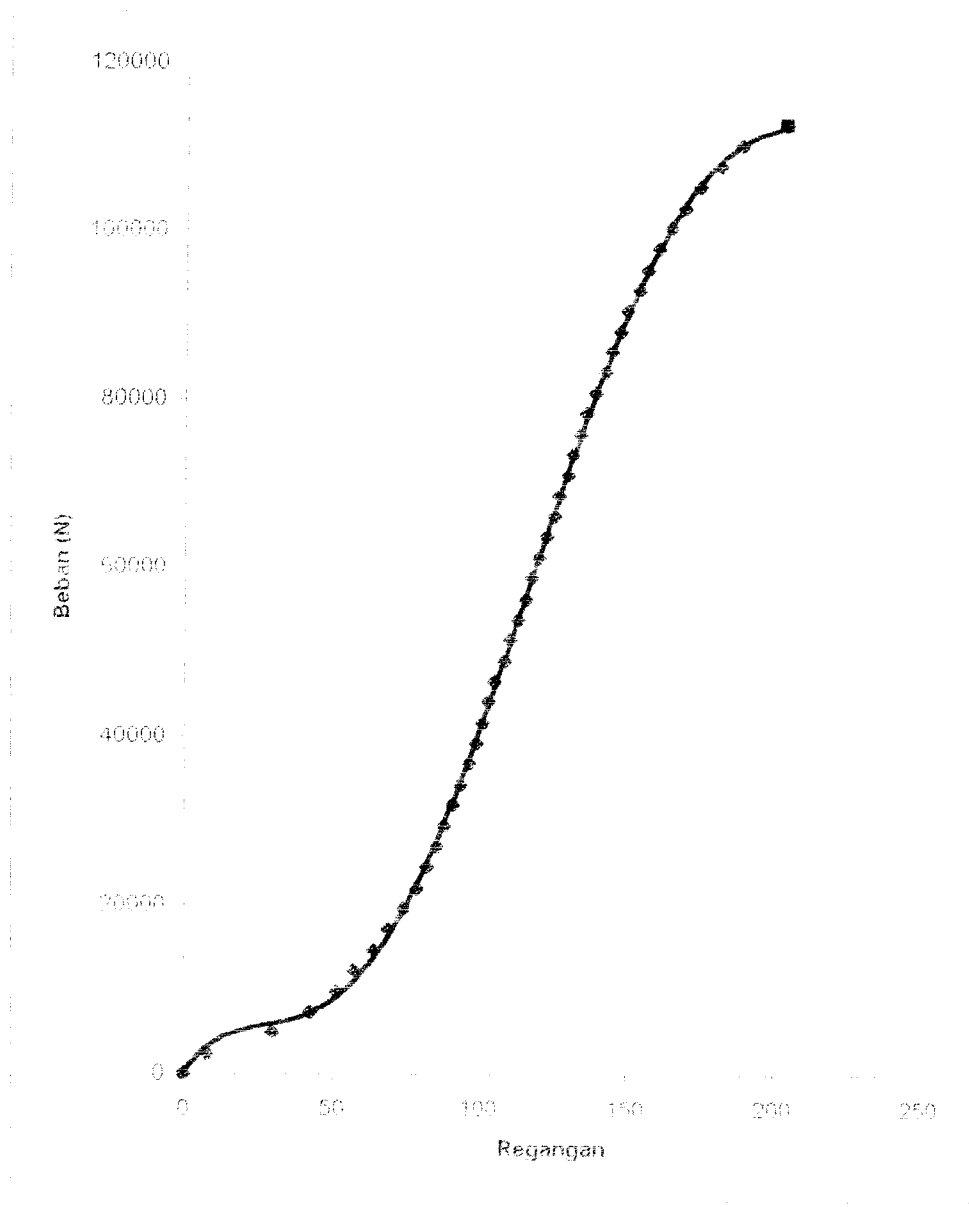
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (1) 19



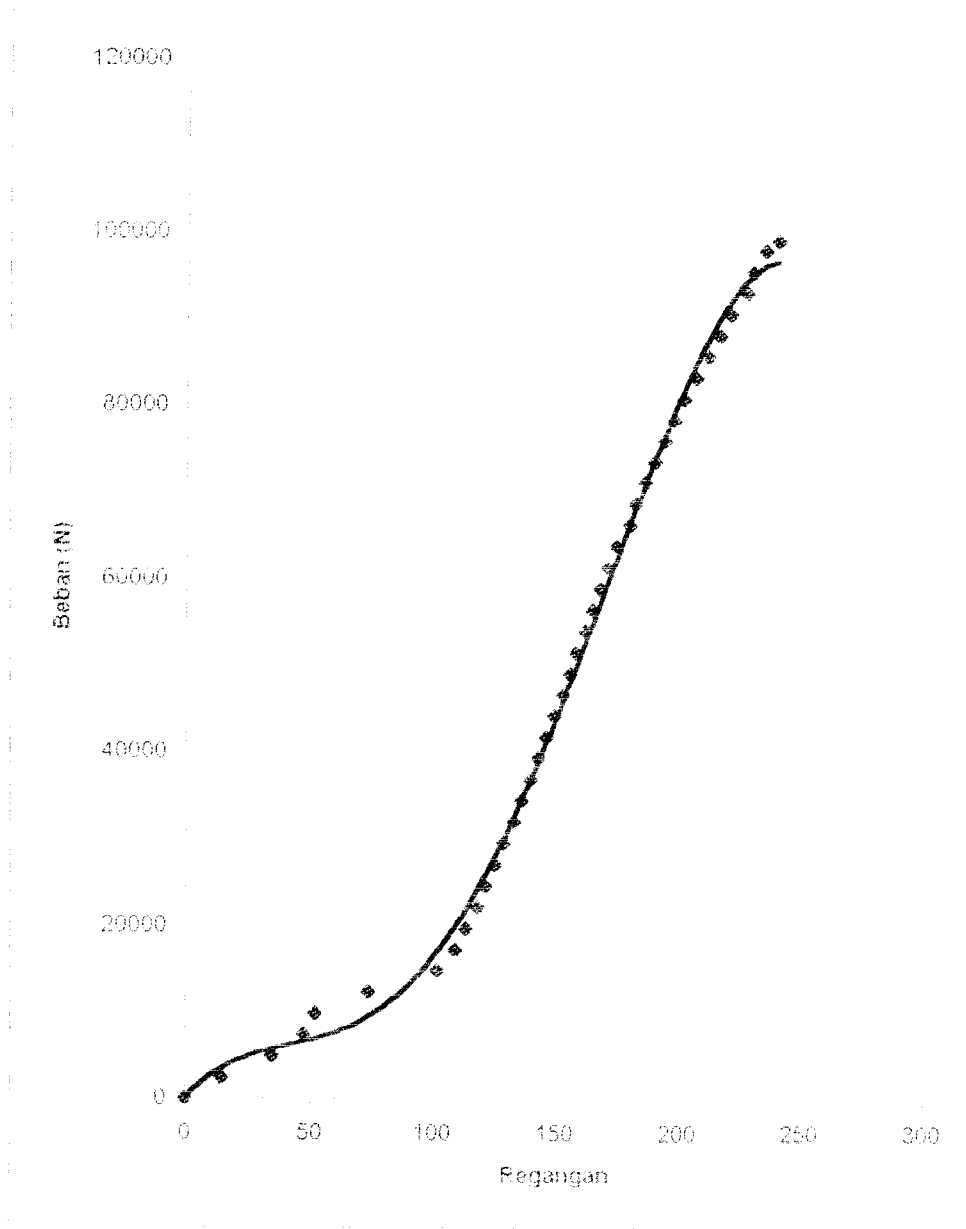
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (2) 19



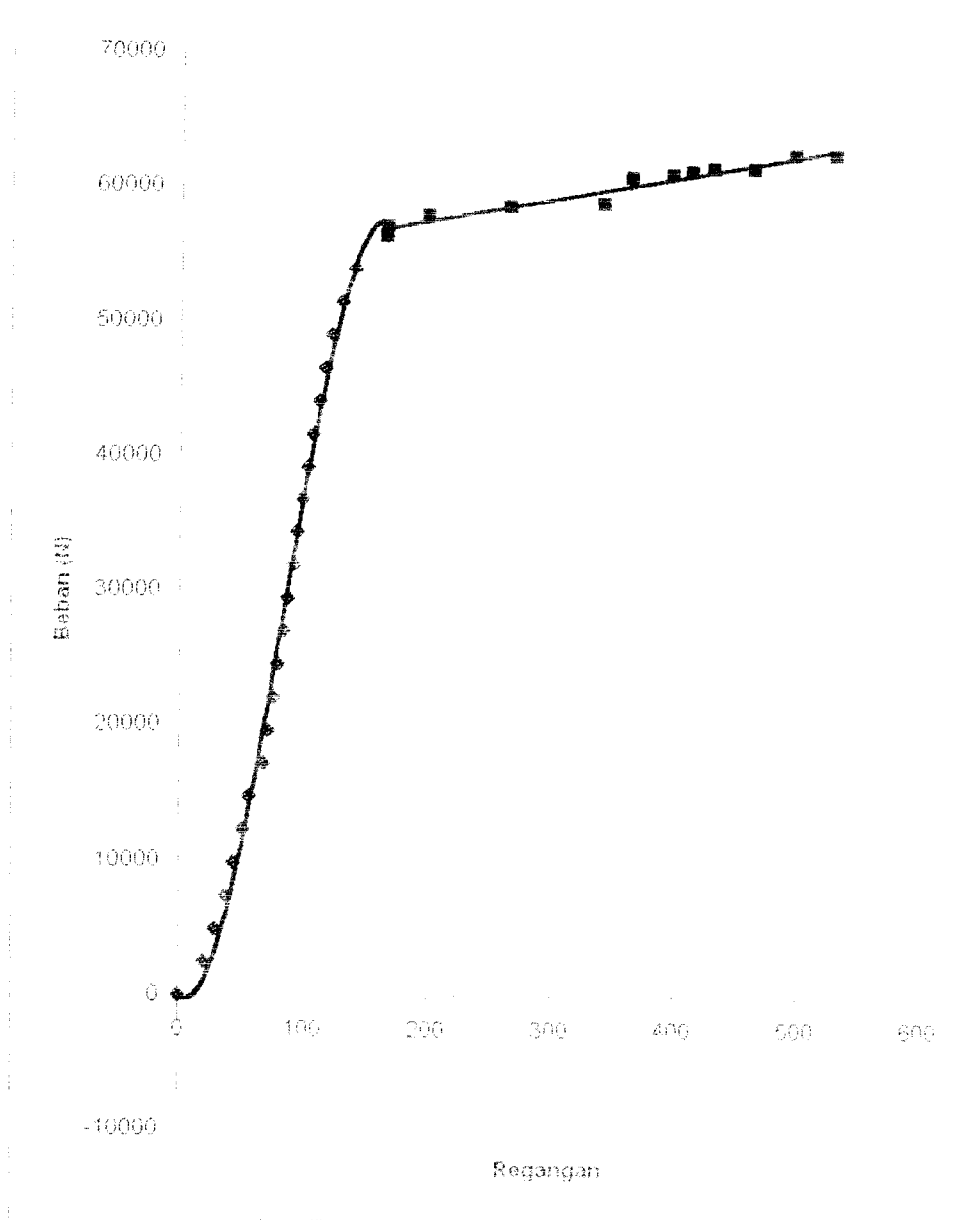
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (1) 22



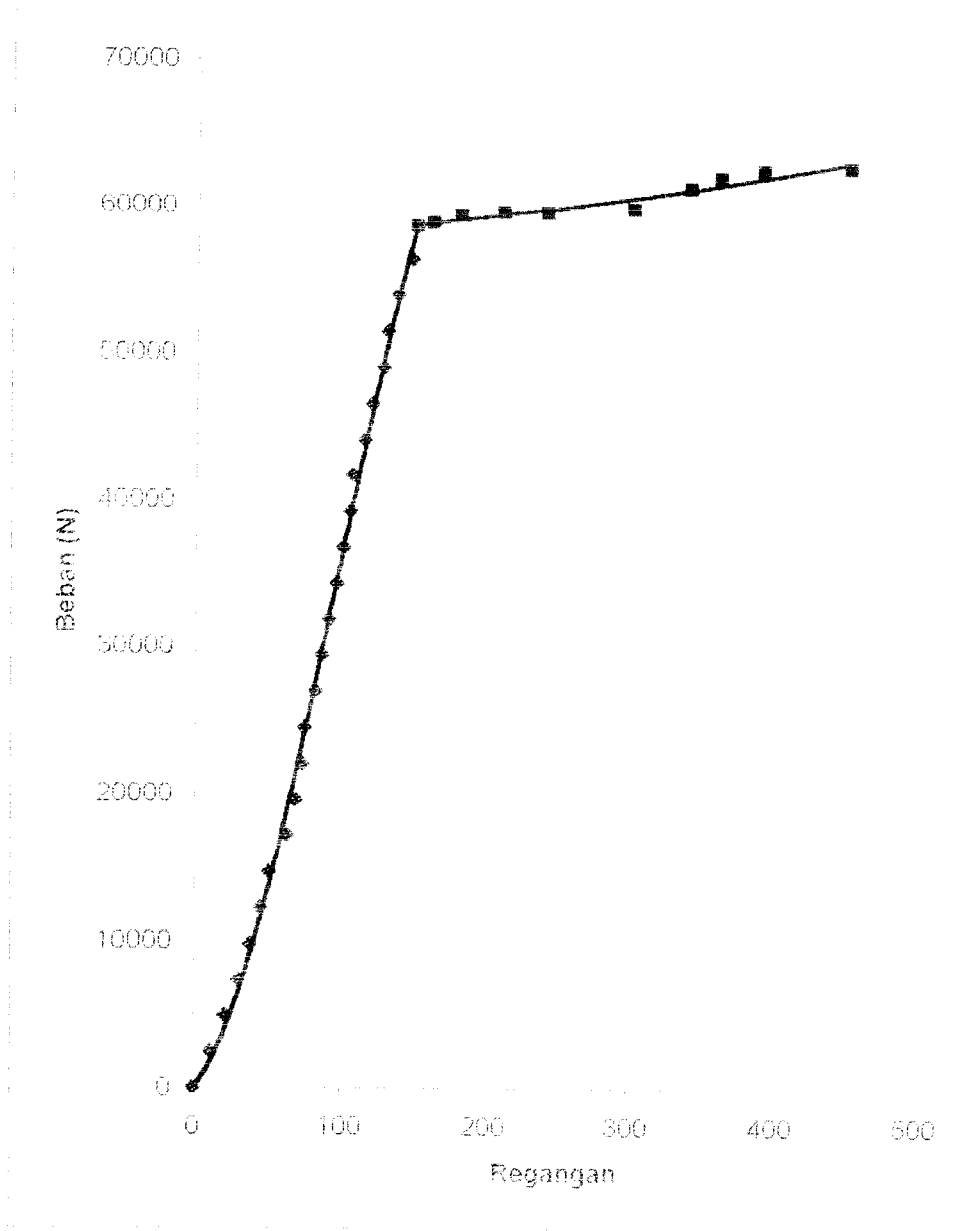
Grafik beban-regangan pull-out TPL 3 (2) 22



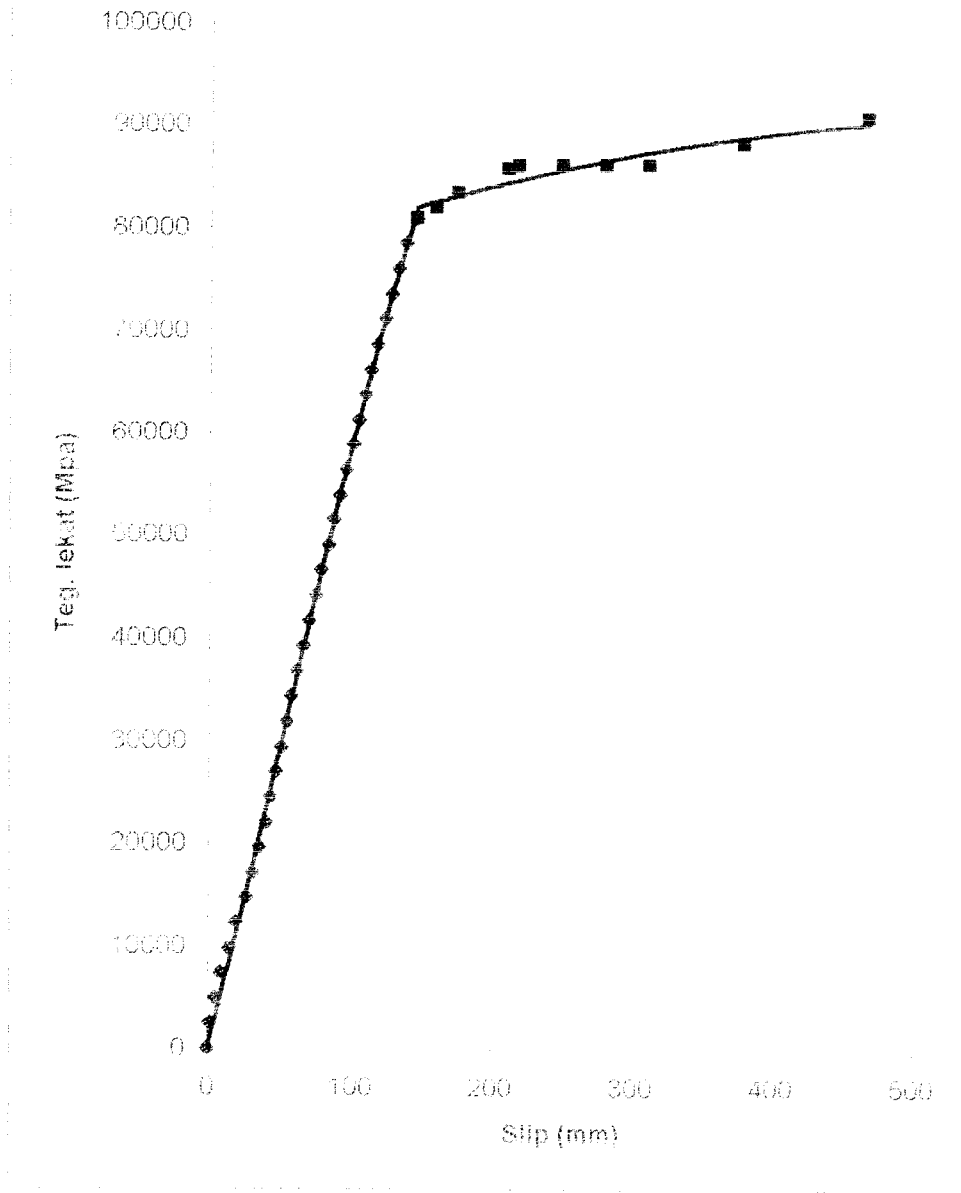
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (1) 13



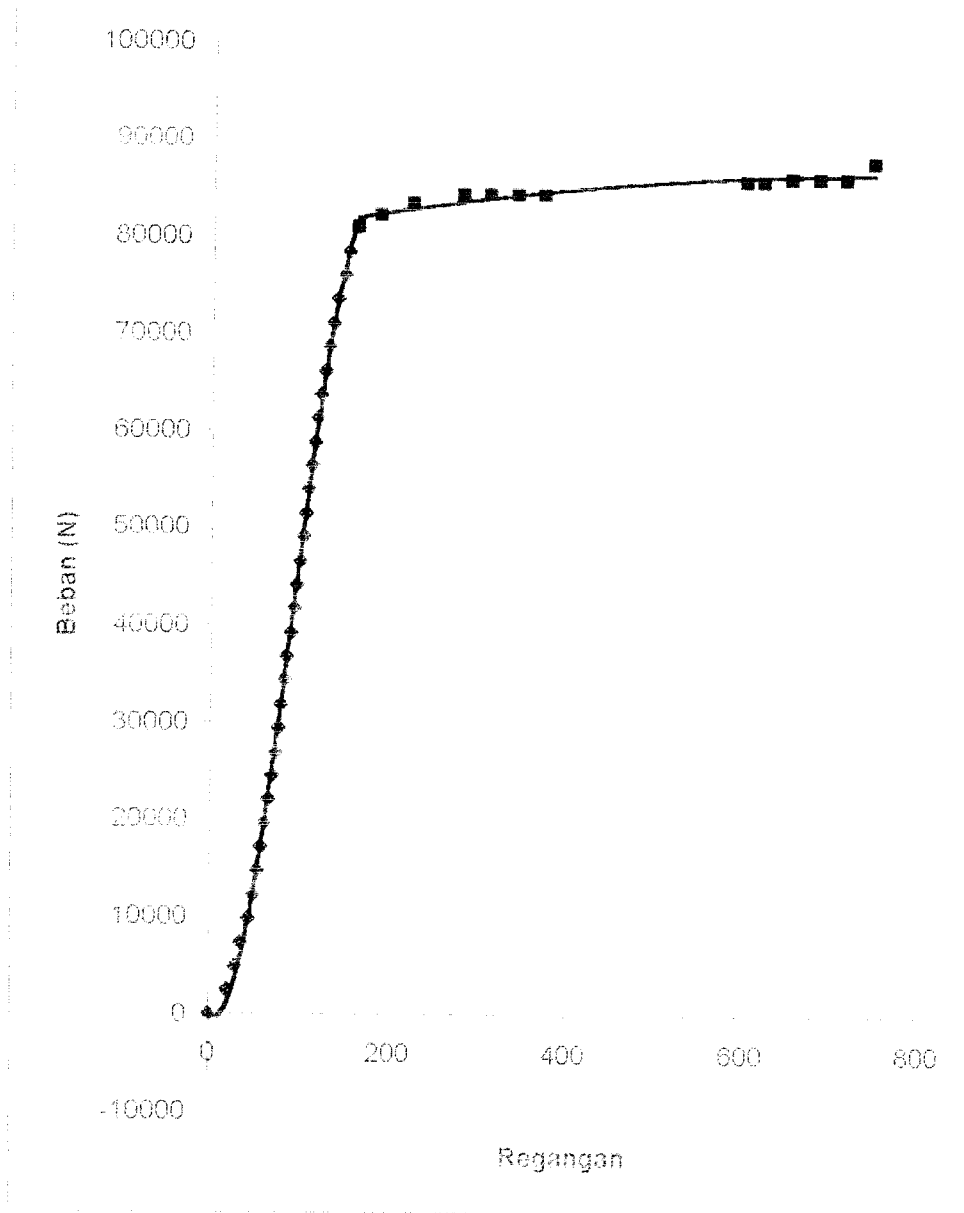
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (2) 13



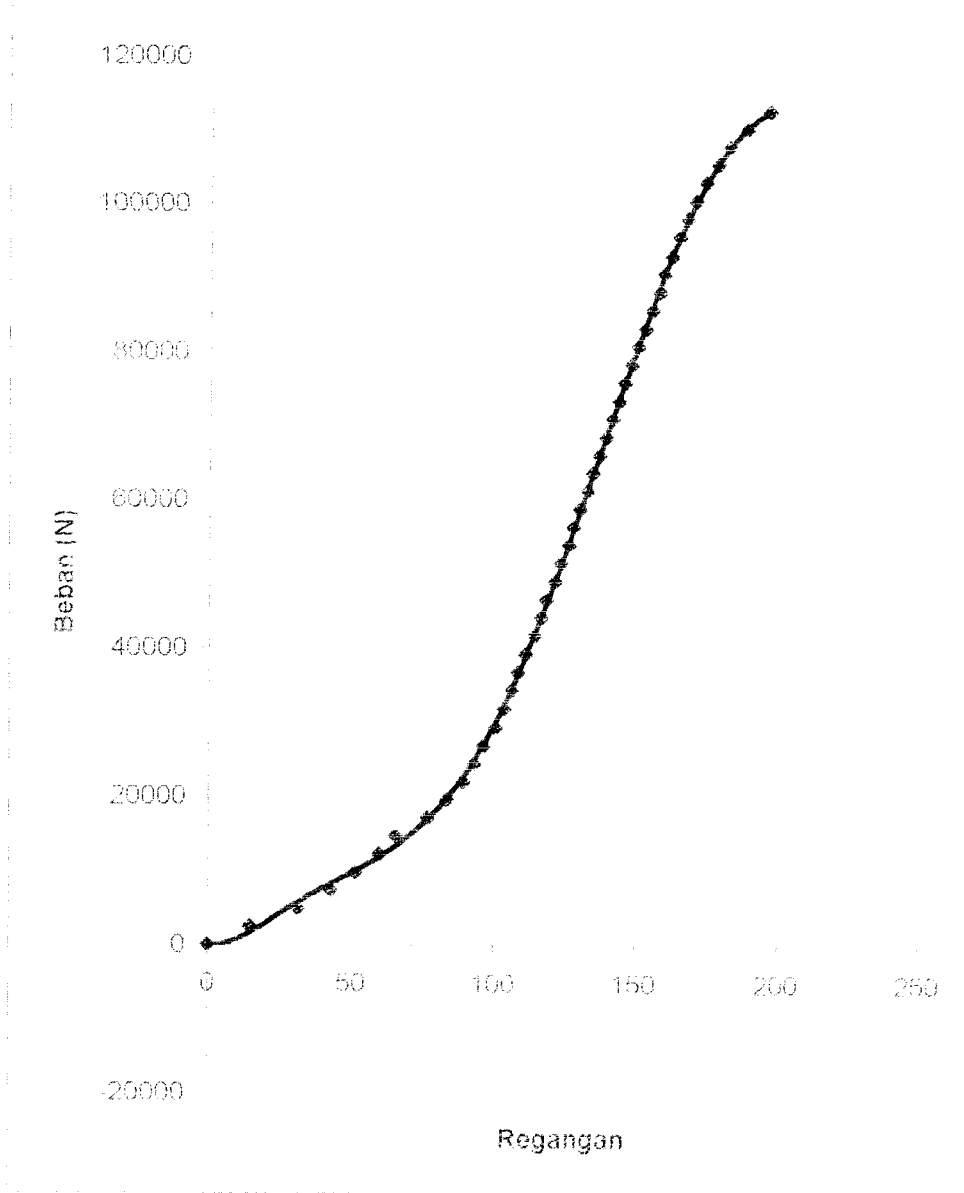
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (1) 19



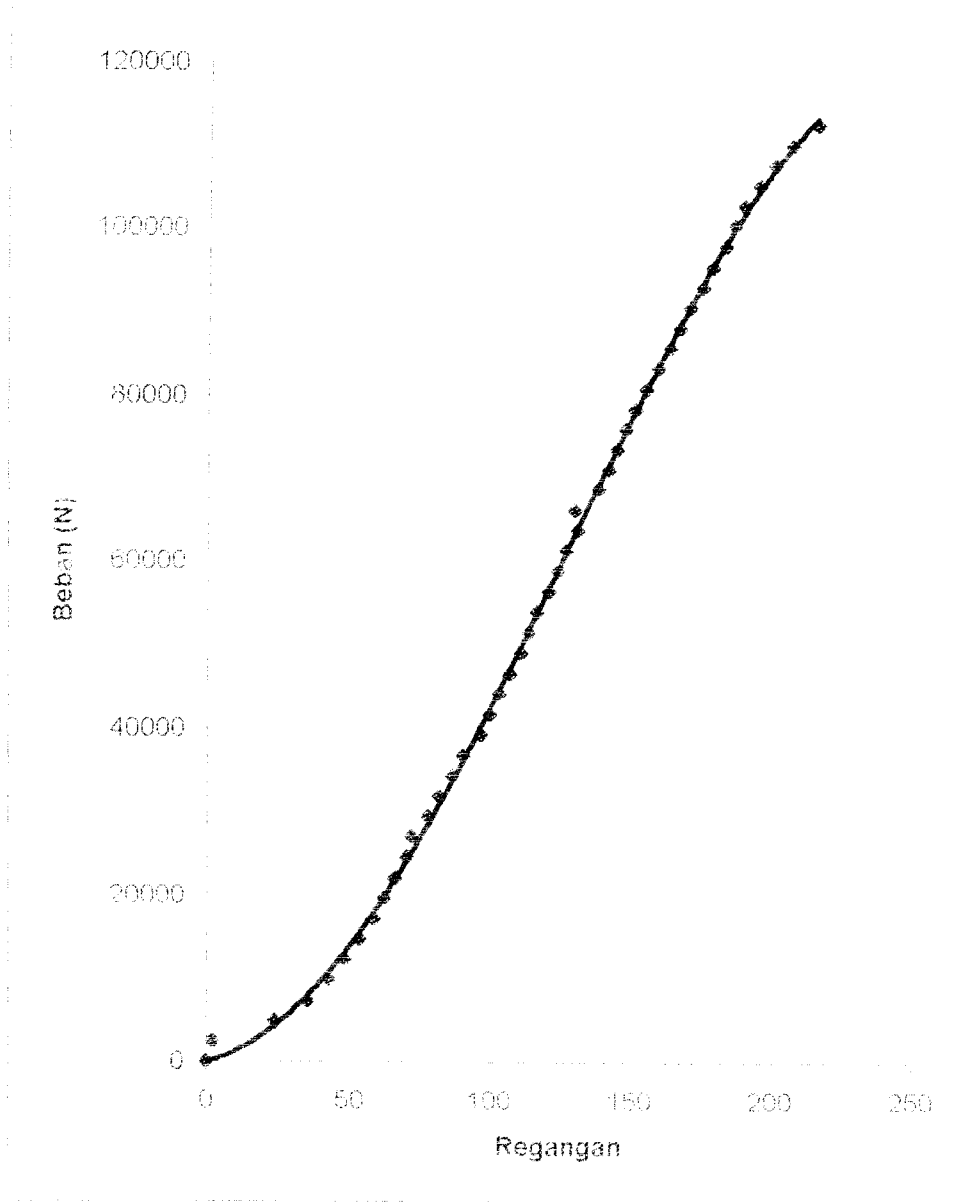
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (2) 19



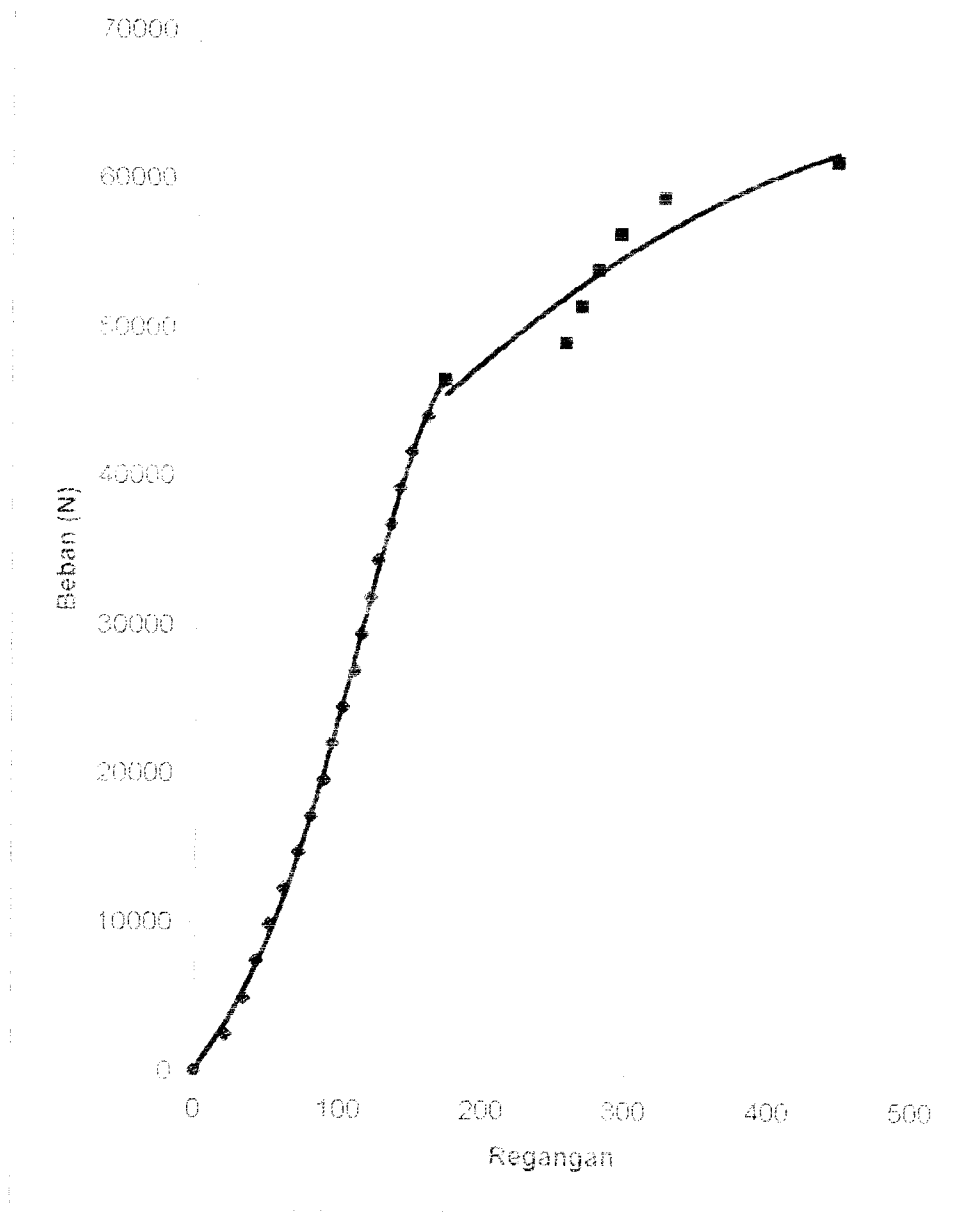
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (1) 22



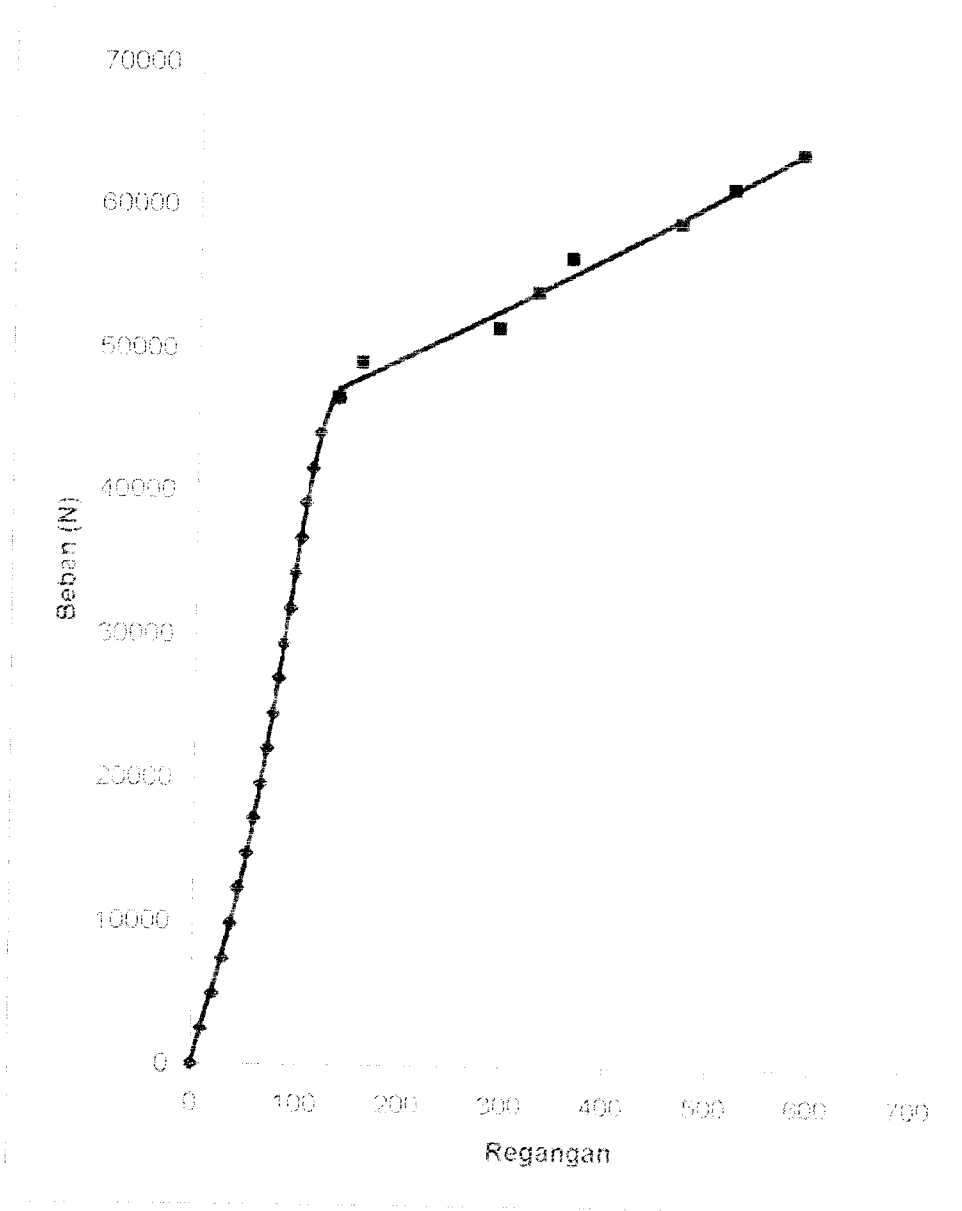
Grafik beban-regangan pull-out TPL 4 (2) 22



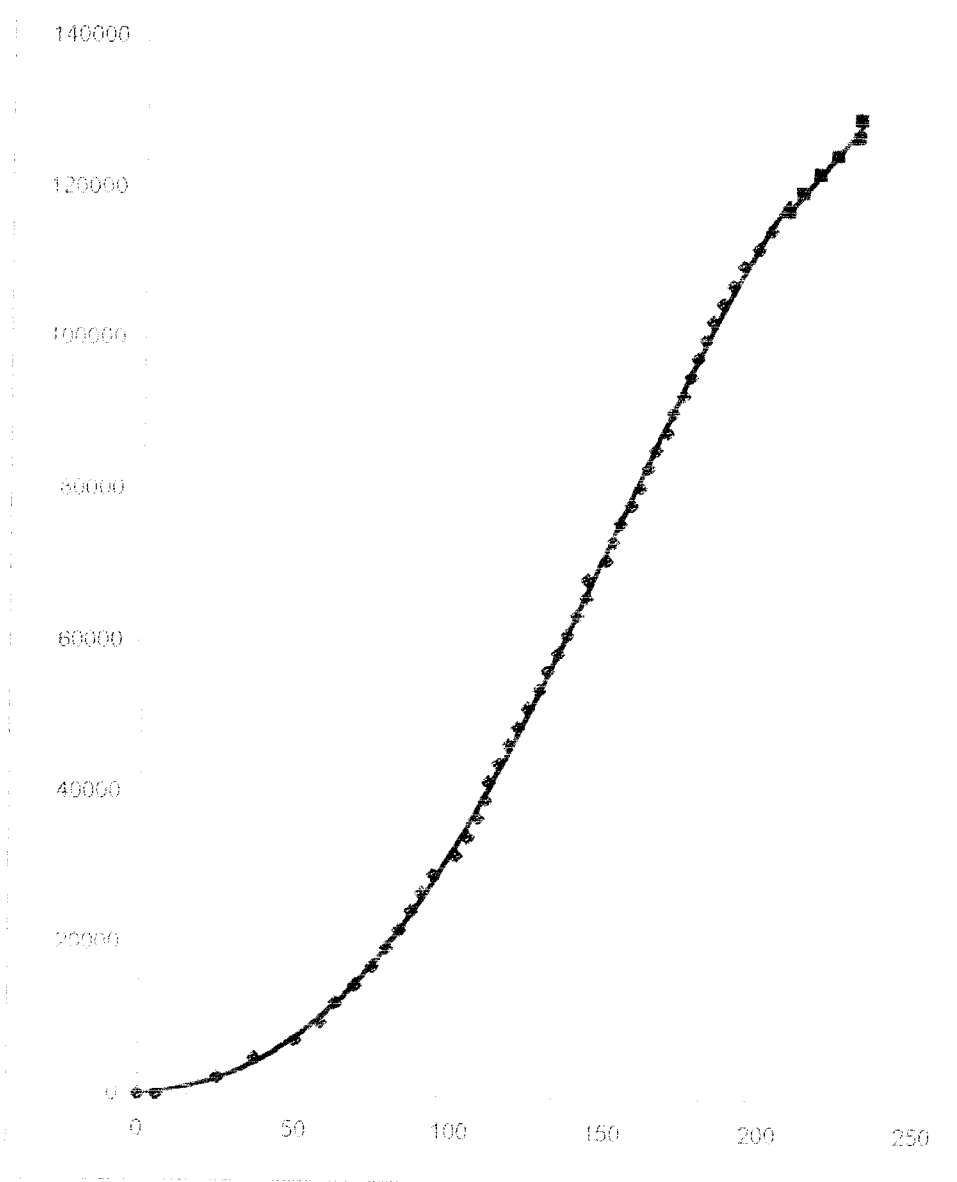
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (1) 13



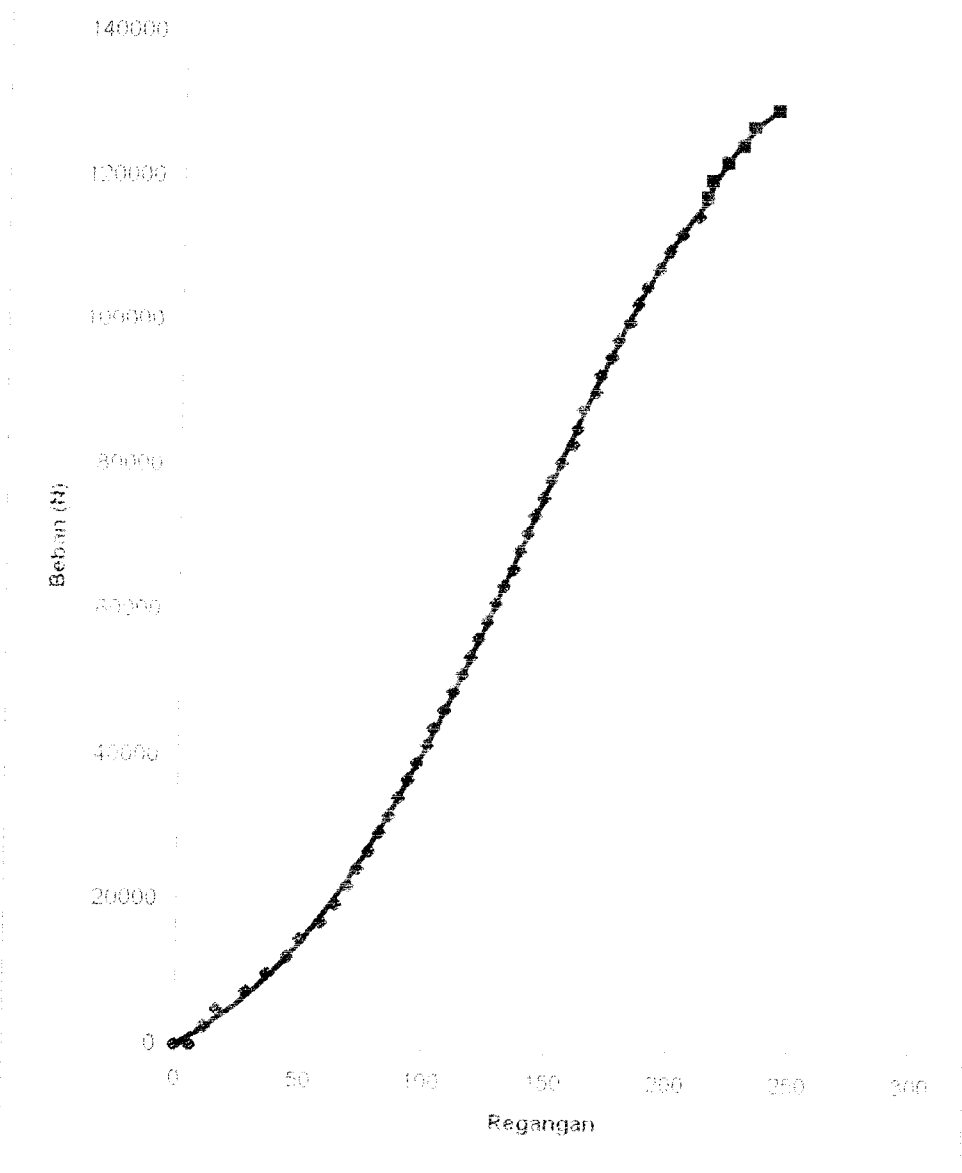
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (2) 13



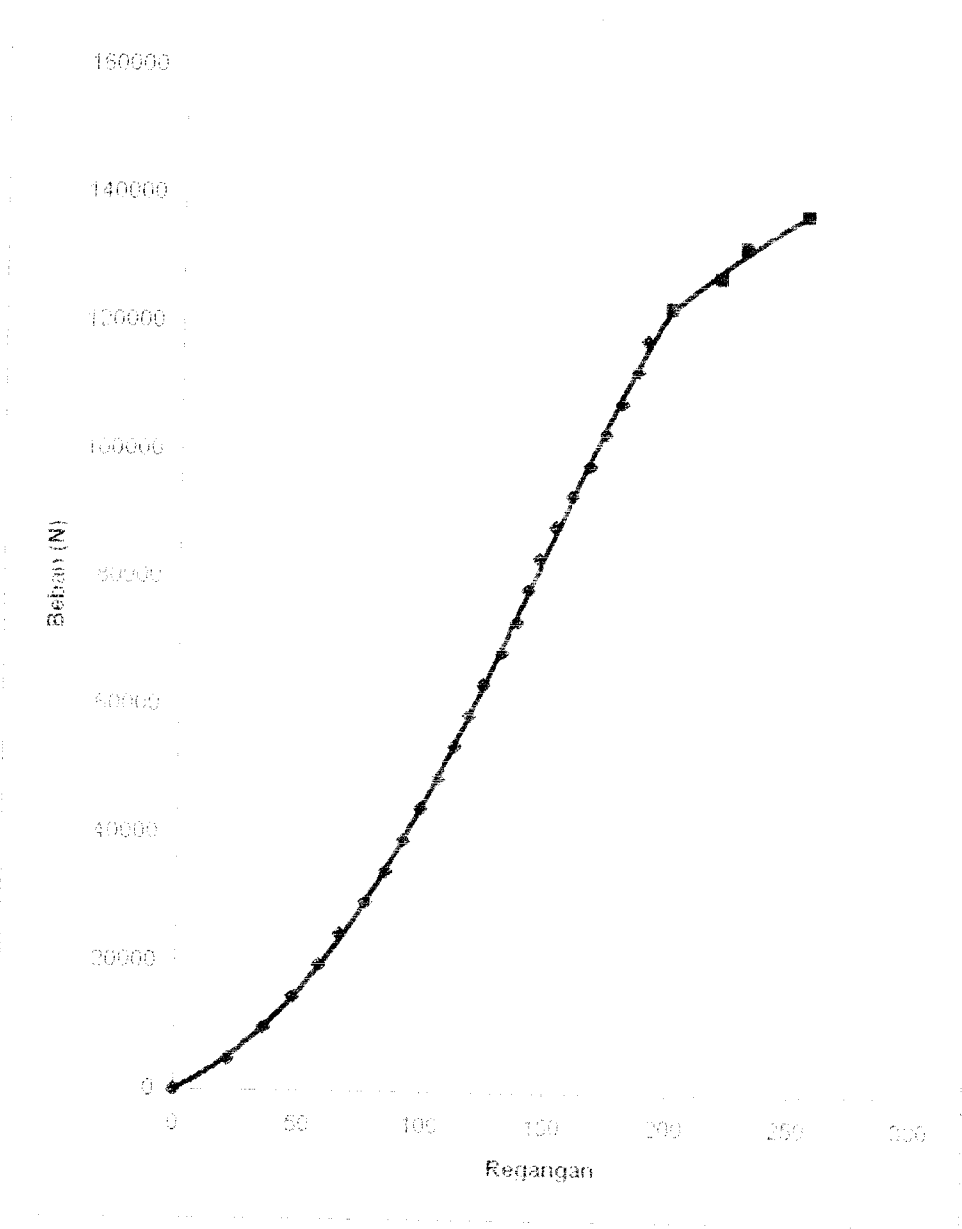
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (1) 19



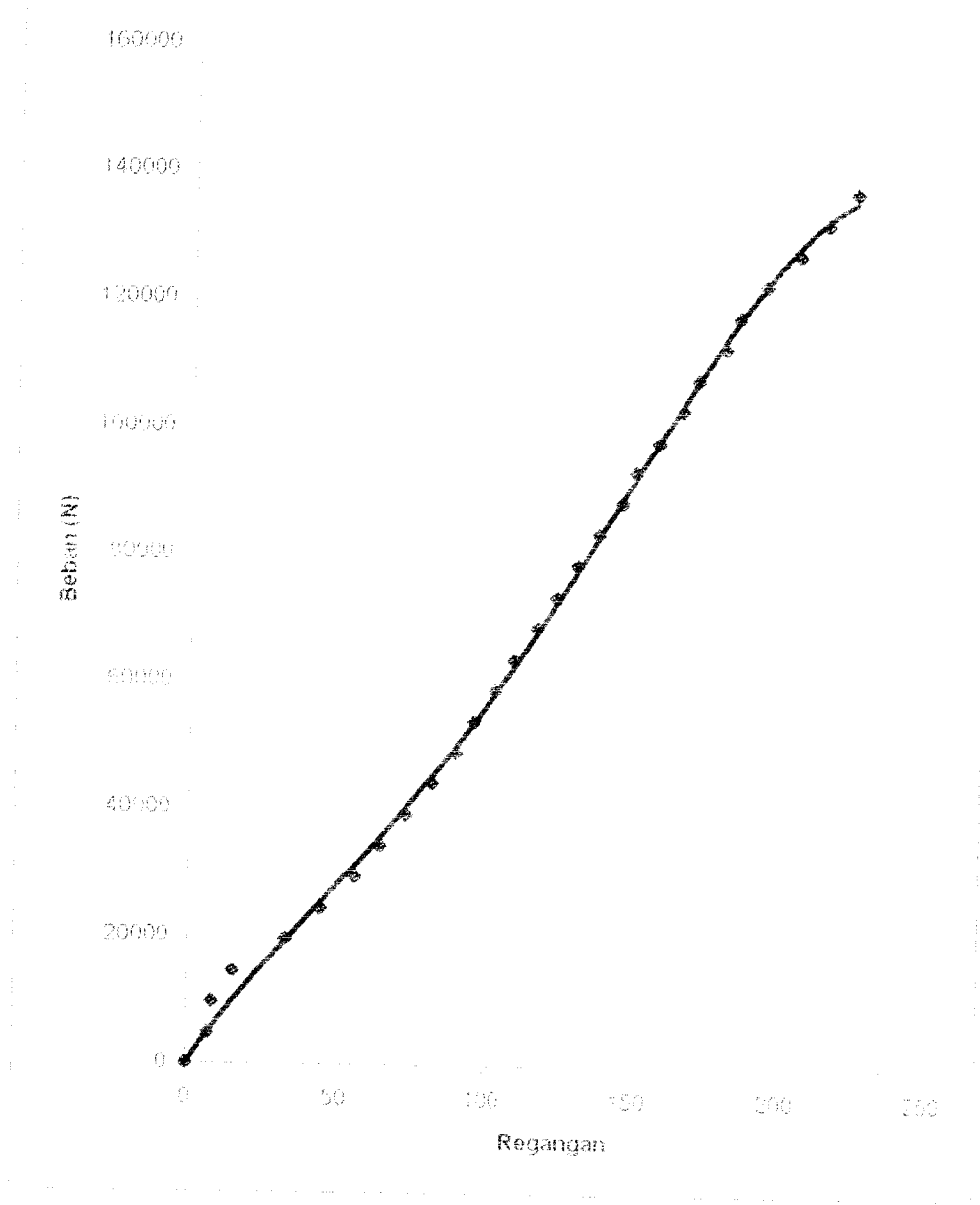
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (2) 19



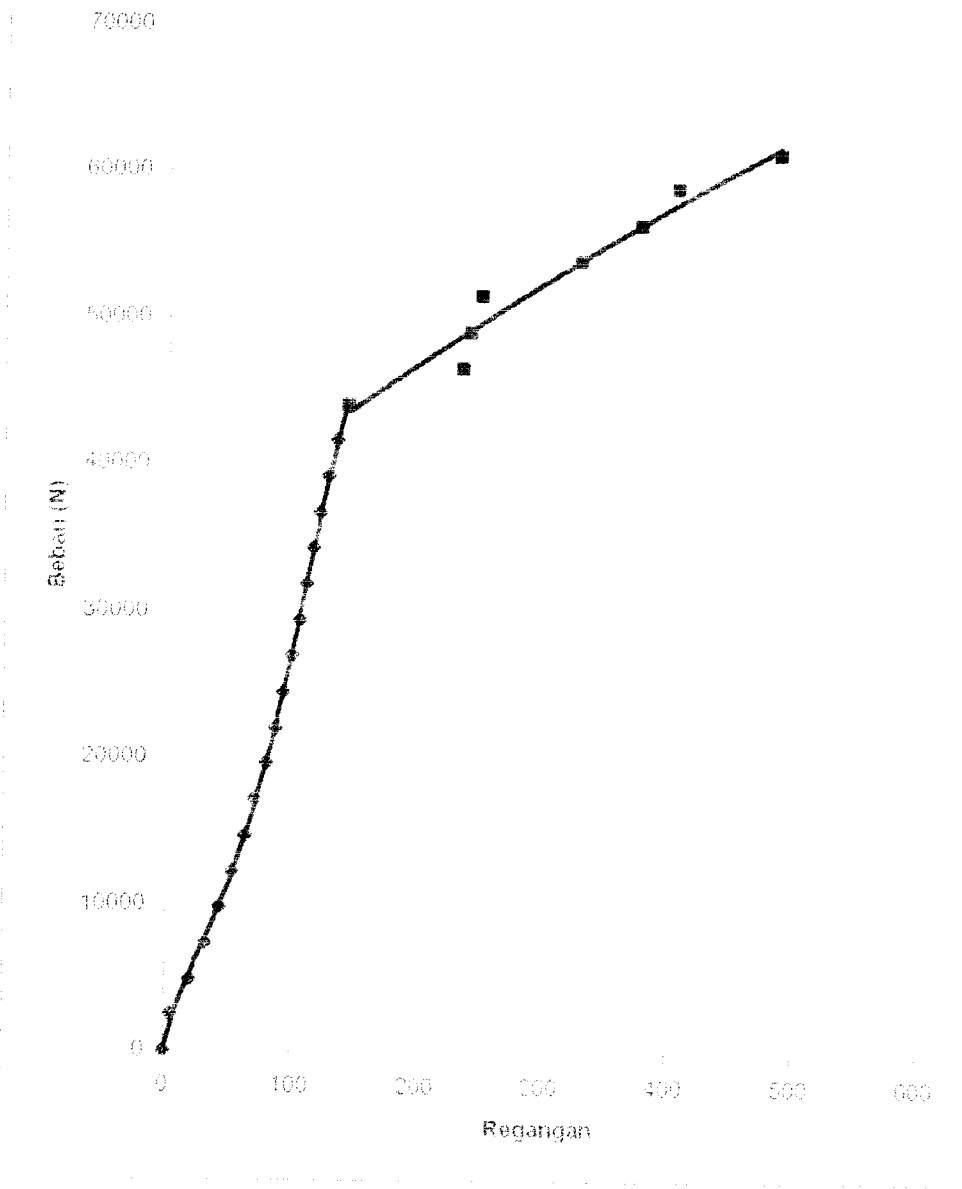
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (1) 22



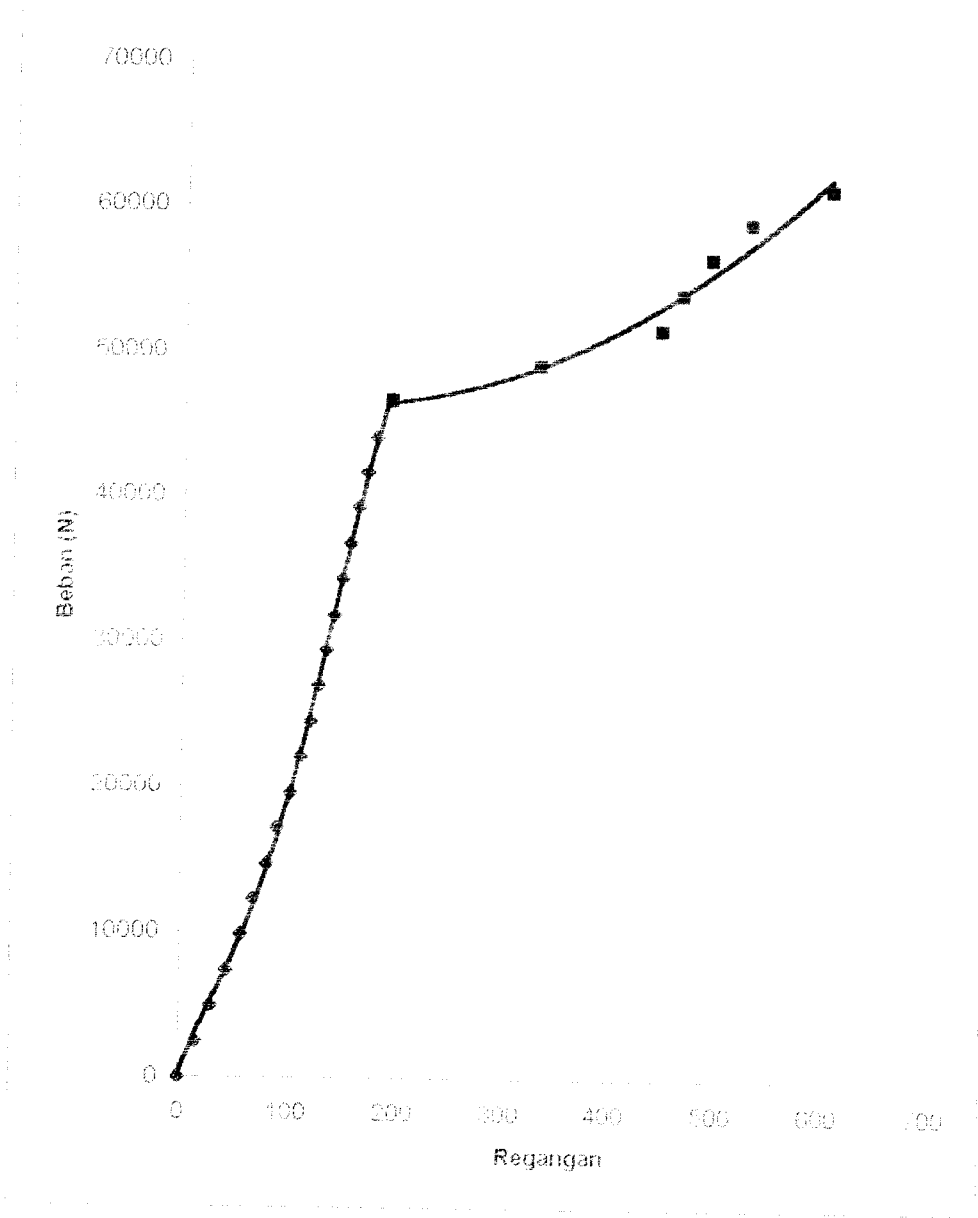
Grafik beban-regangan pull-out TDL 3 (2) 22



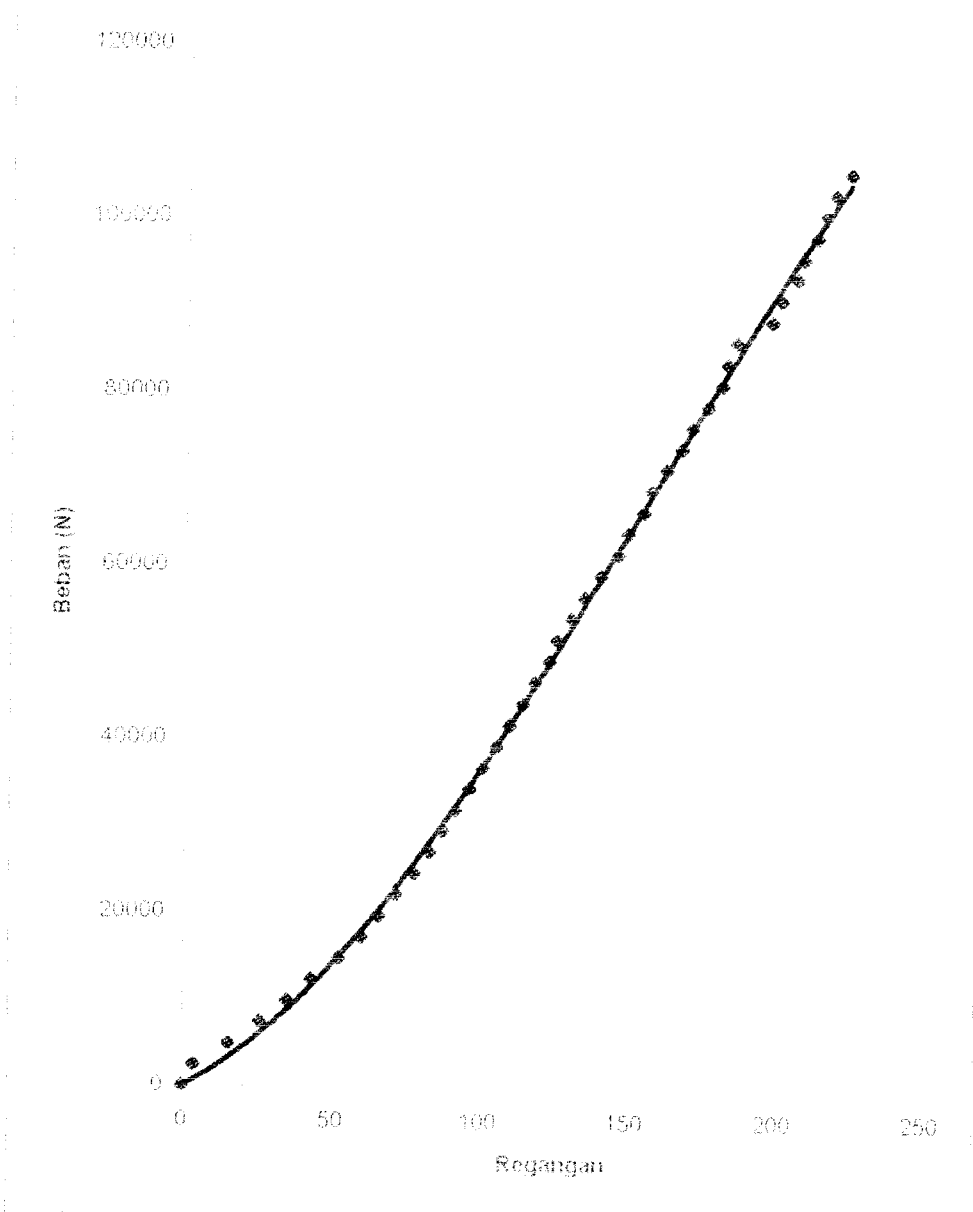
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (1) 13



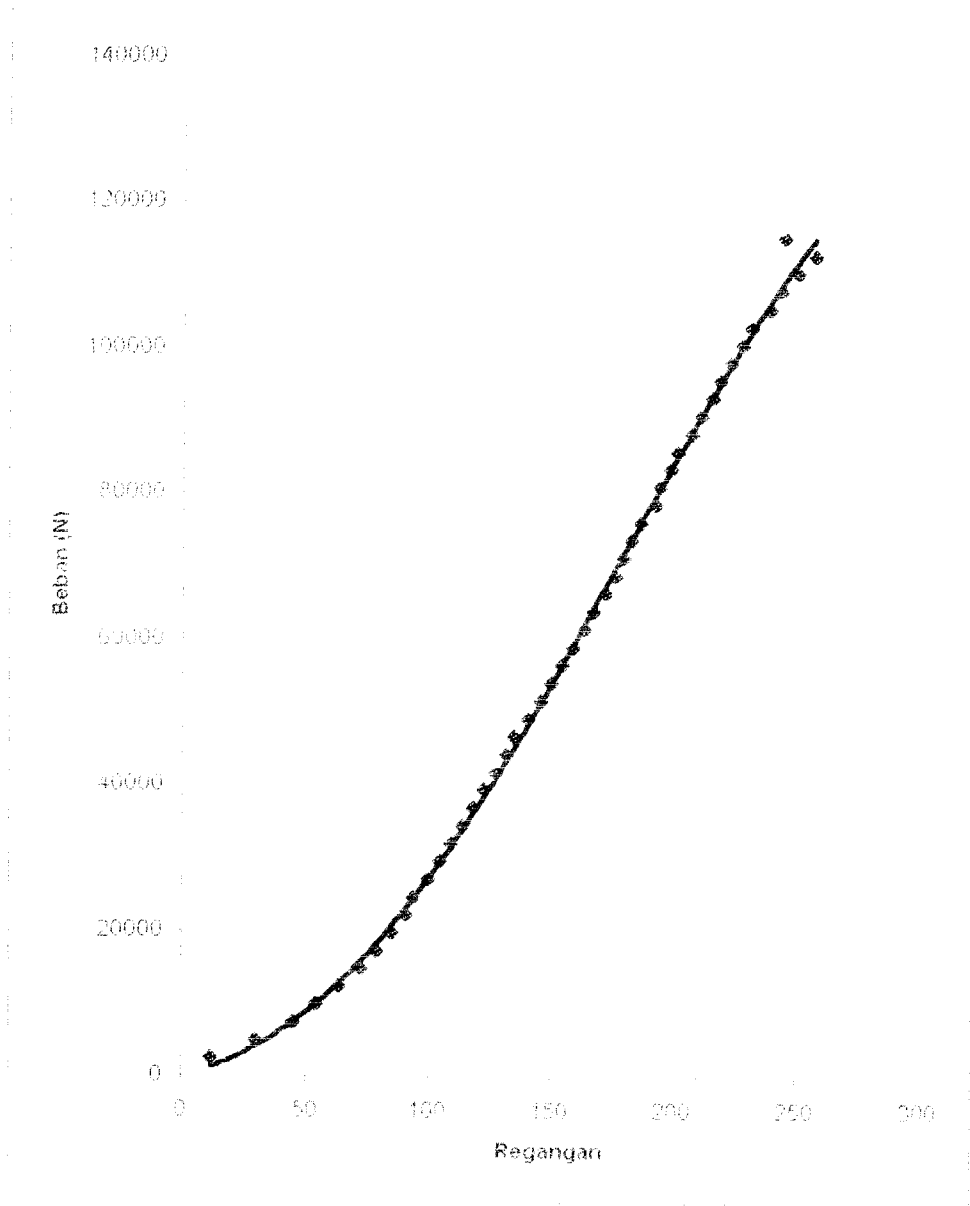
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (2) 13



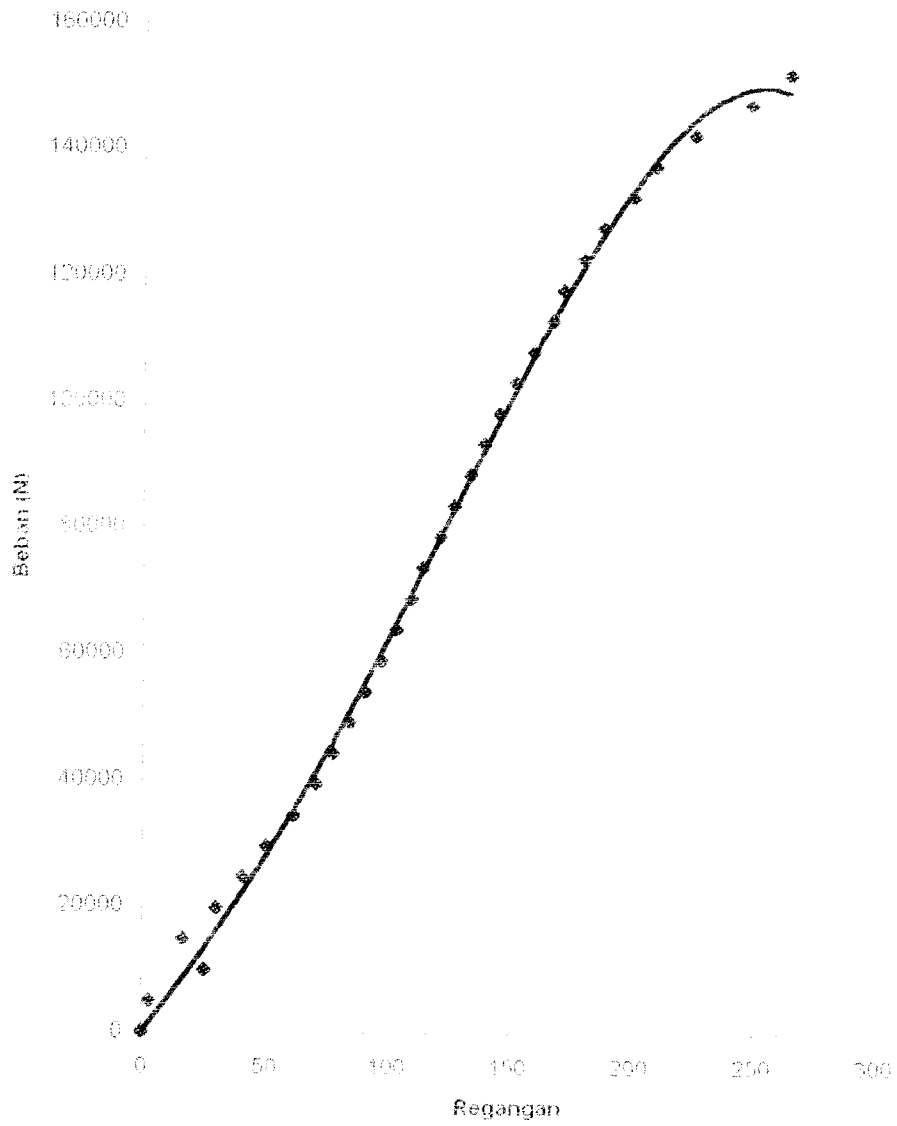
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (1) 19



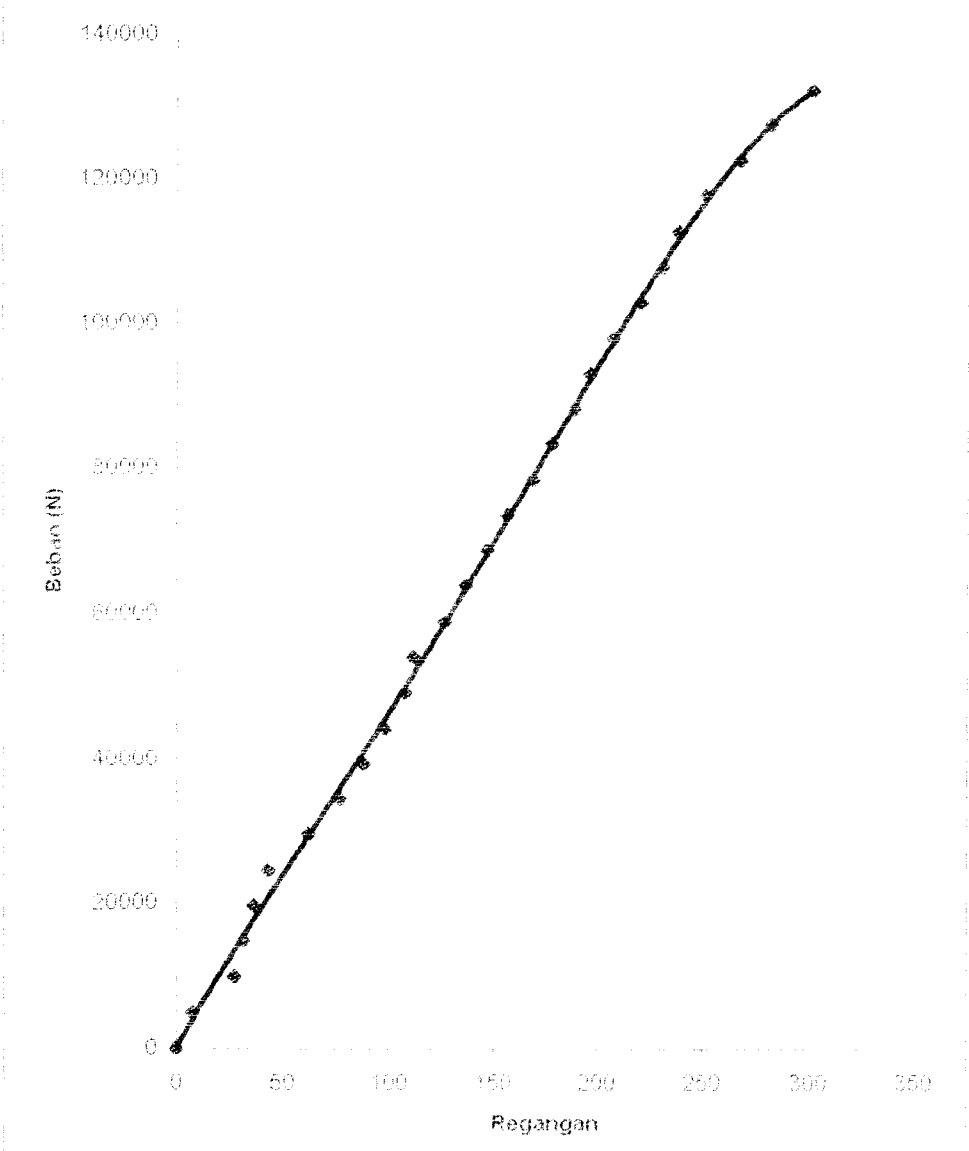
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (2) 19



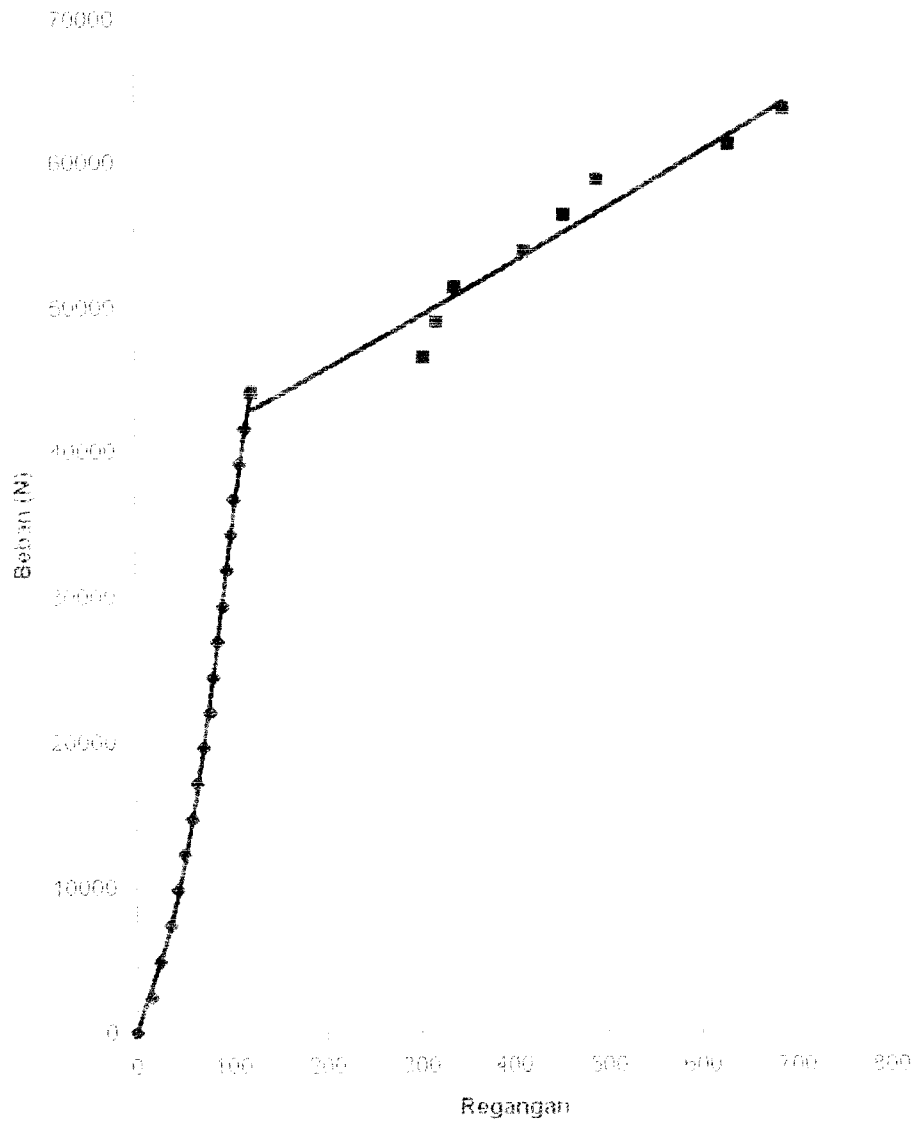
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (1) 22



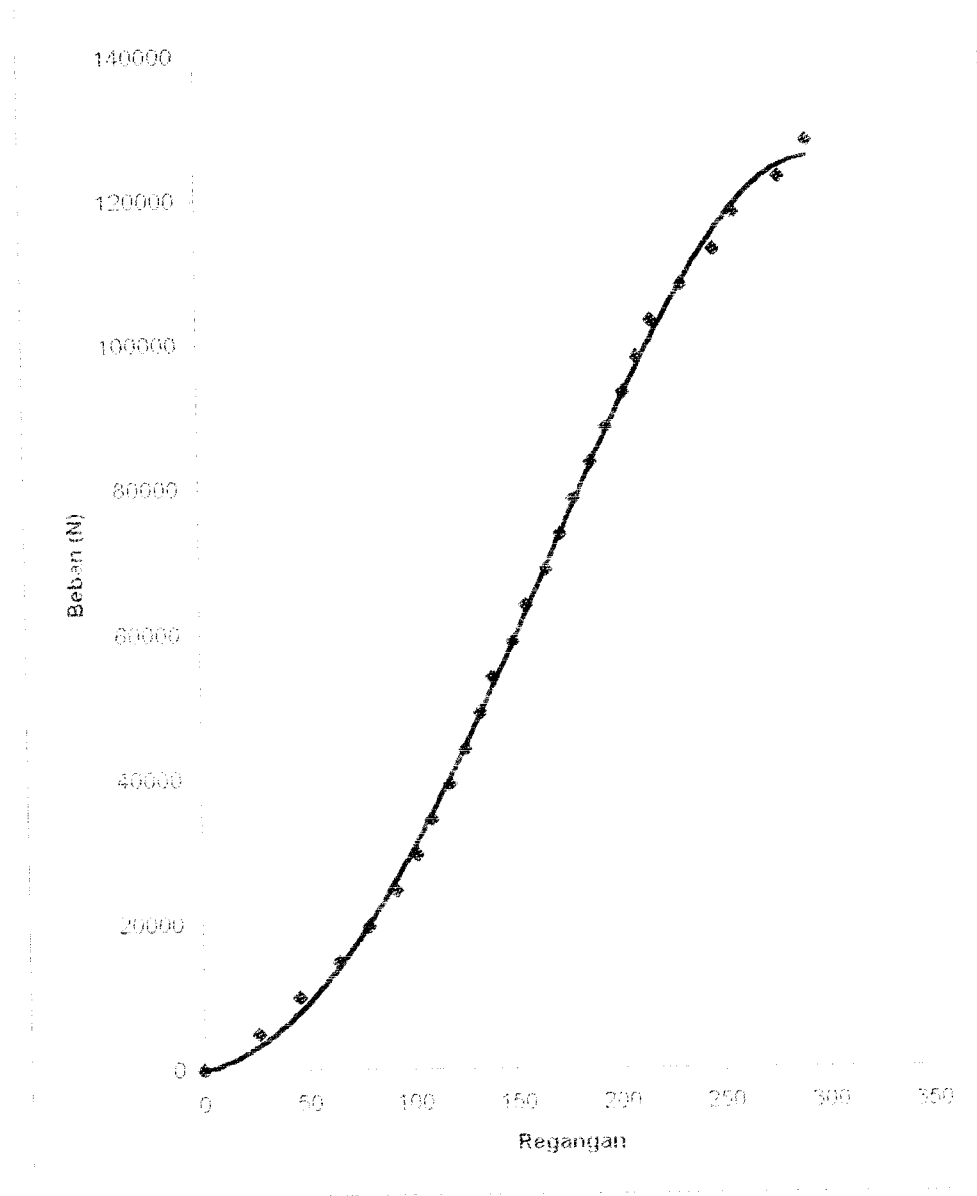
Grafik beban-regangan pull-out TDL 4 (2) 22



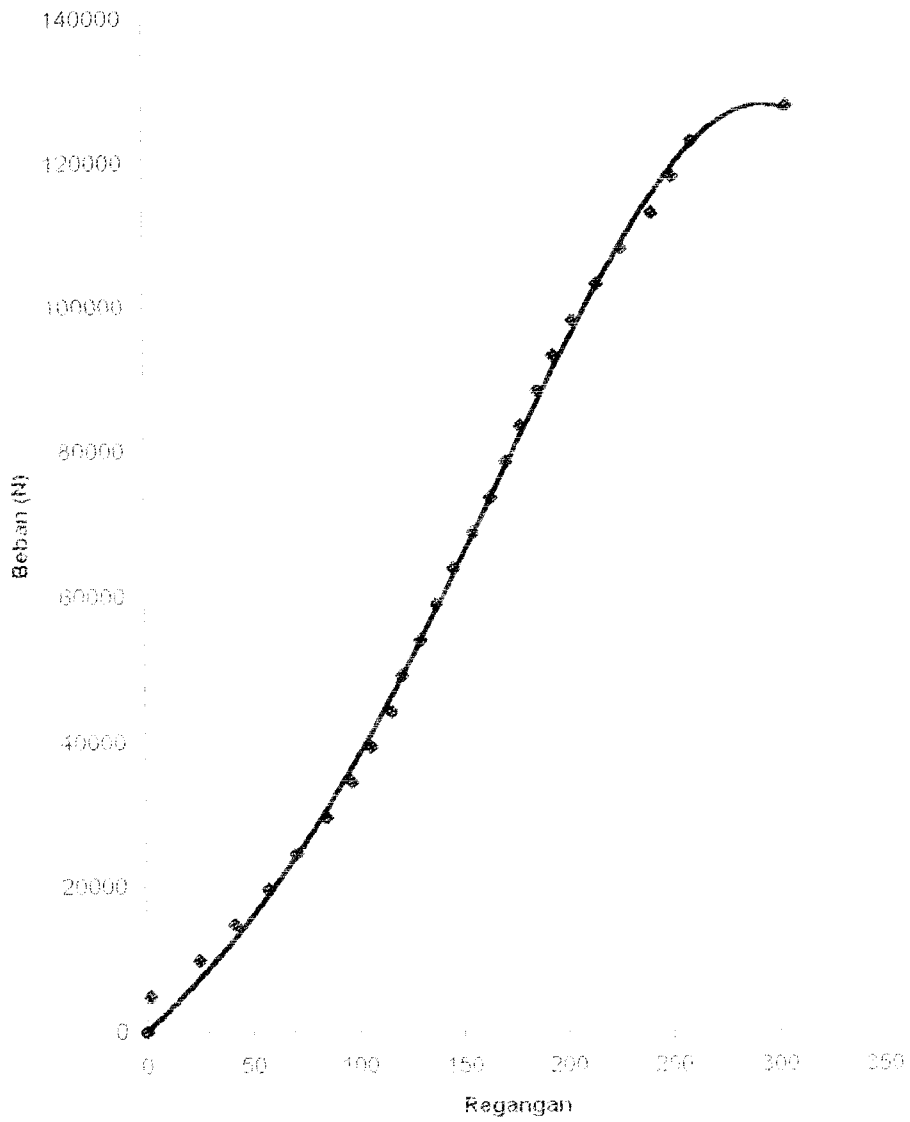
Grafik beban-regangan pull-out TD9 3 (1) 13



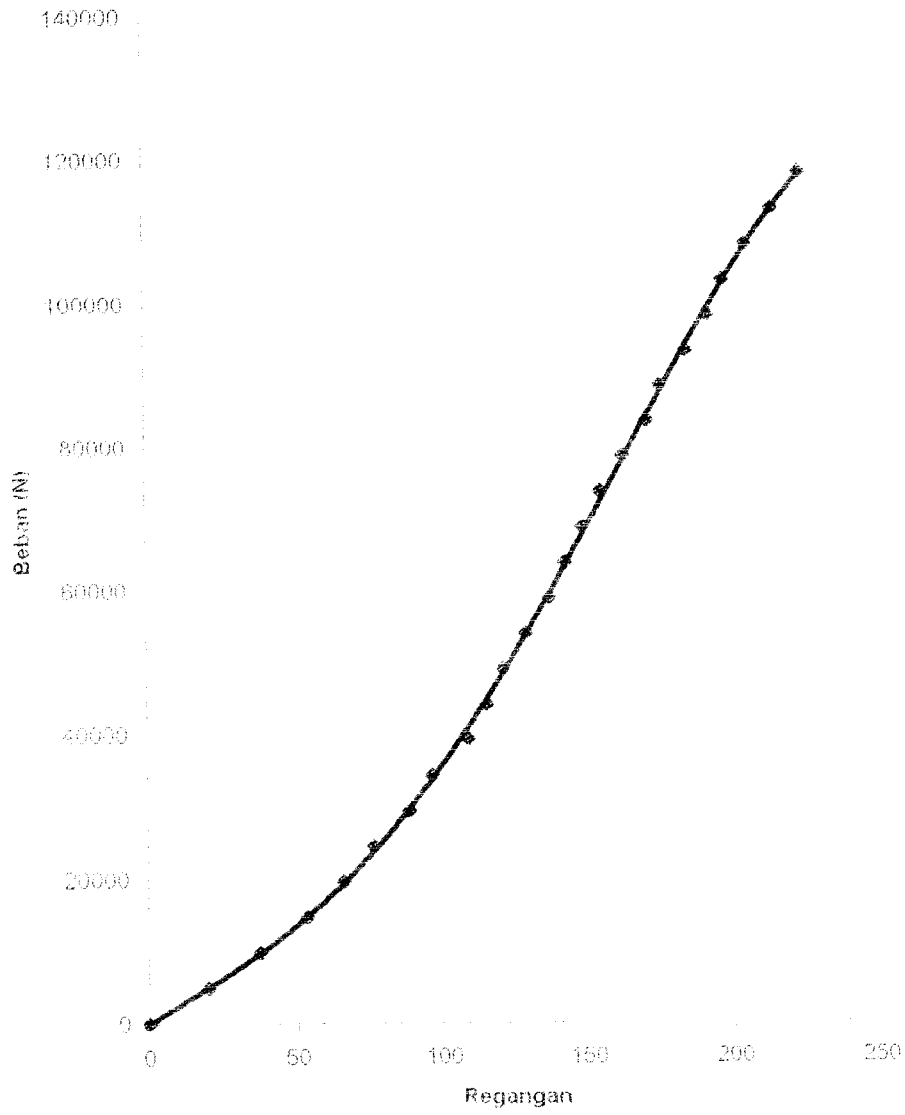
Grafik beban-regangan pull-out TD9 3 (1) 19



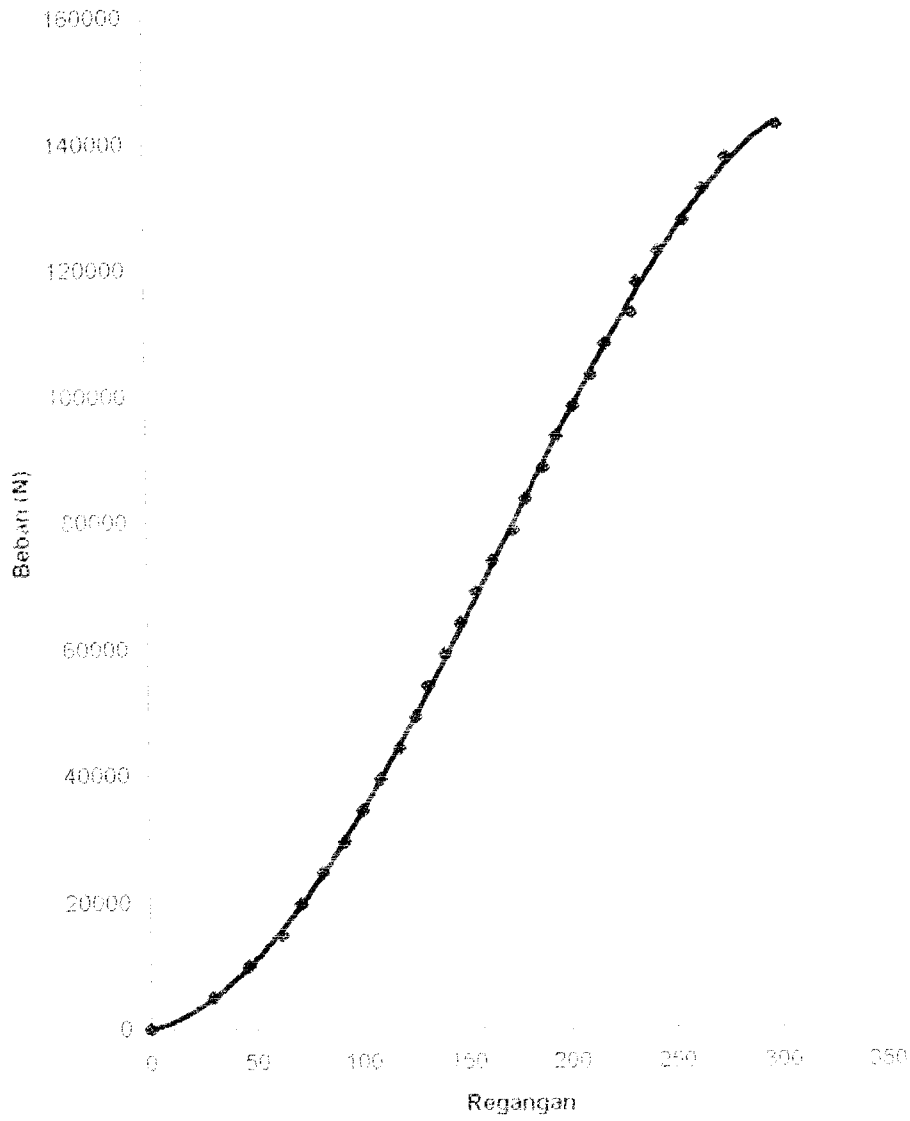
Grafik beban-regangan pull-out TD9 3 (2) 19



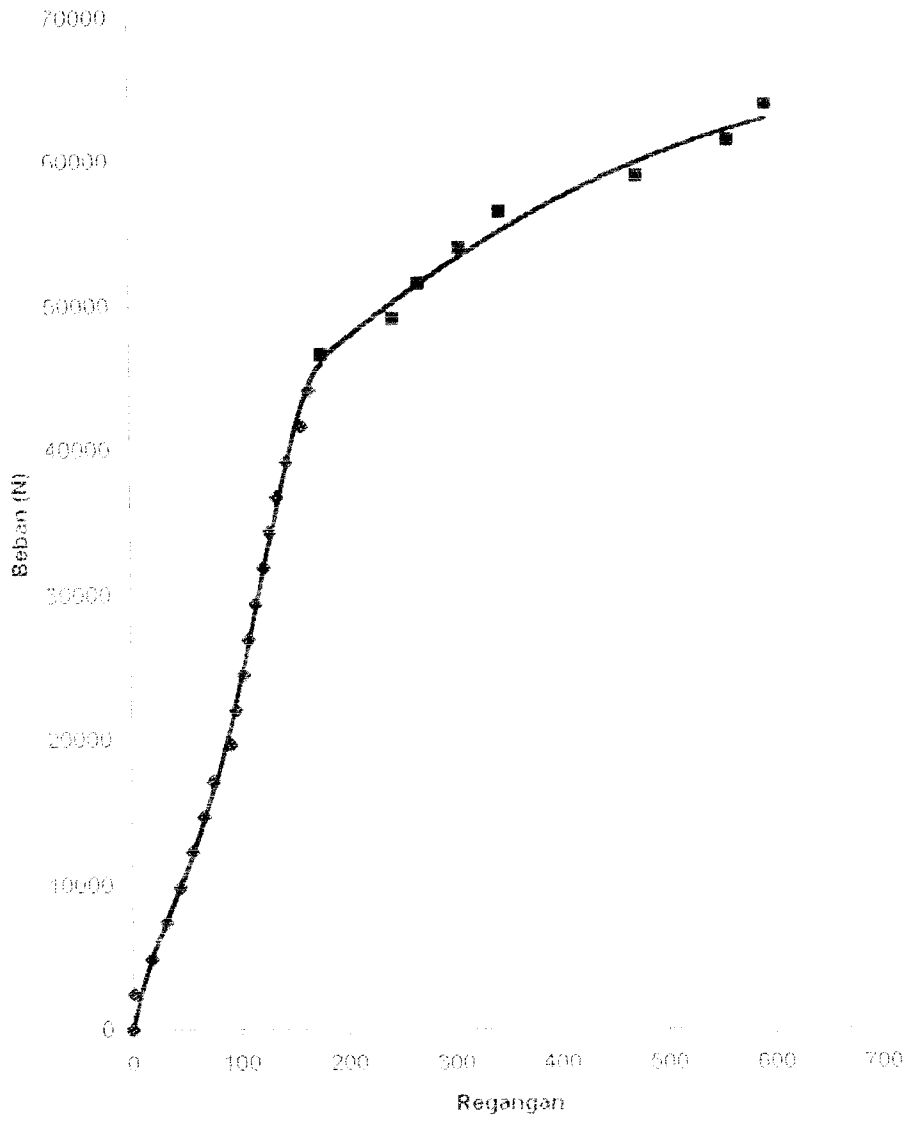
Grafik beban-regangan pull-out TDS 3 (1) 22



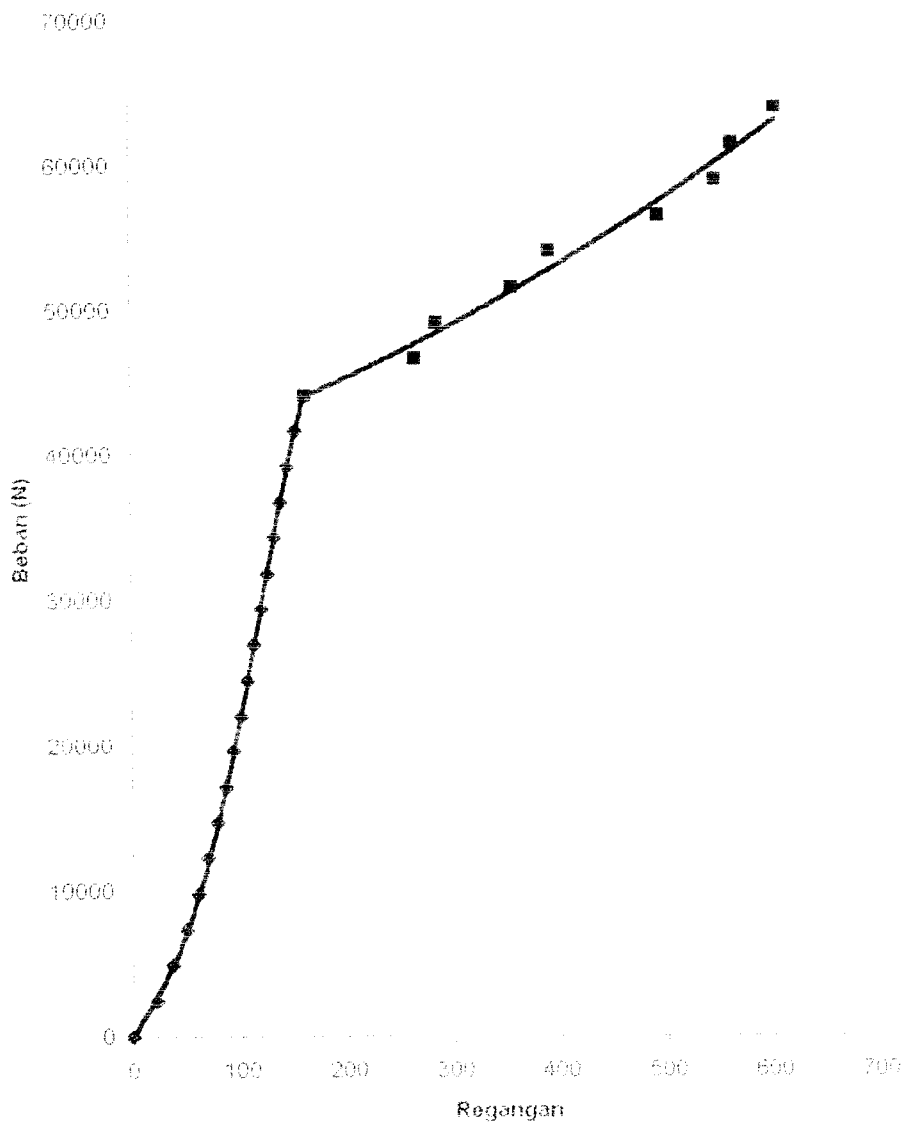
Grafik beban-regangan pull-out TD9 3 (2) 22



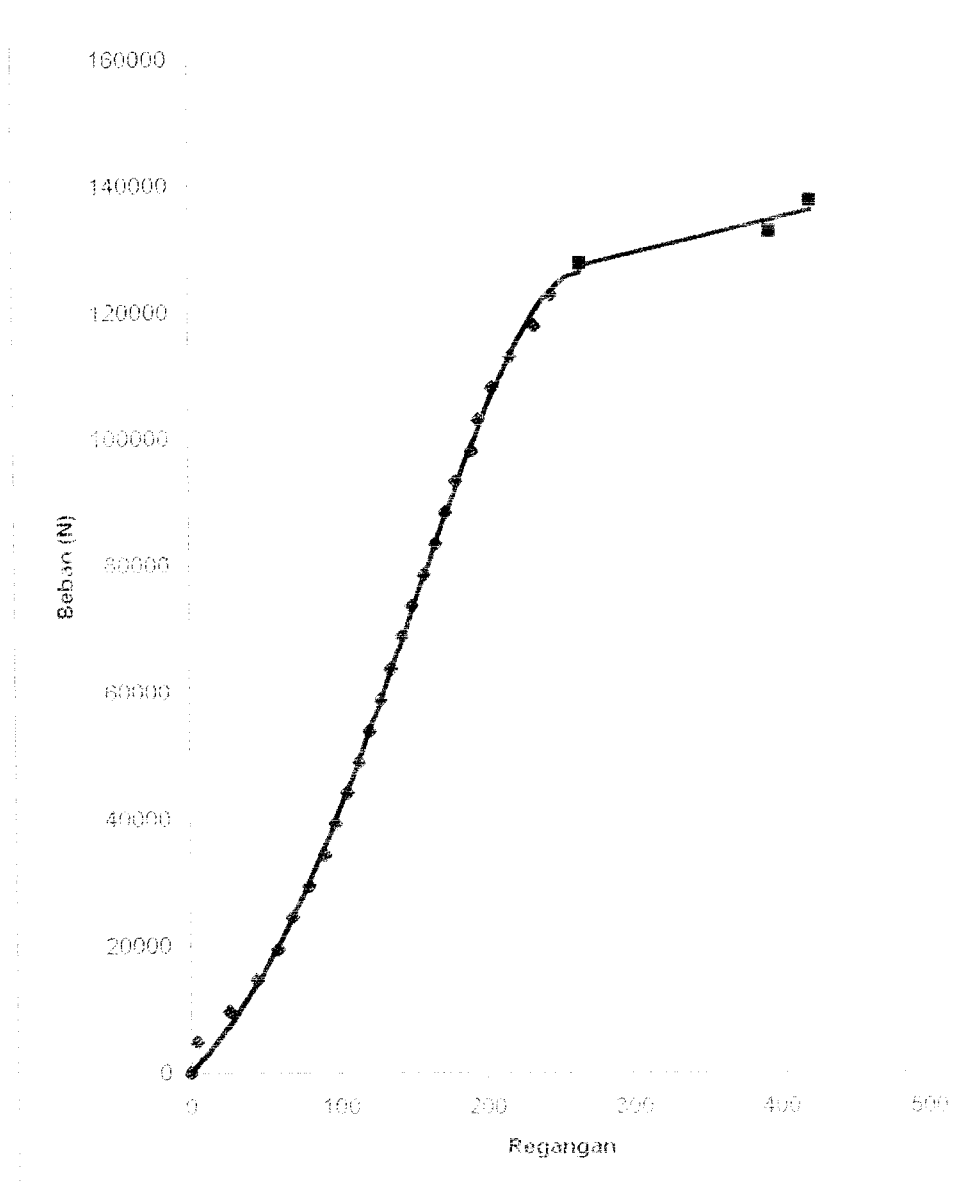
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (1) 13



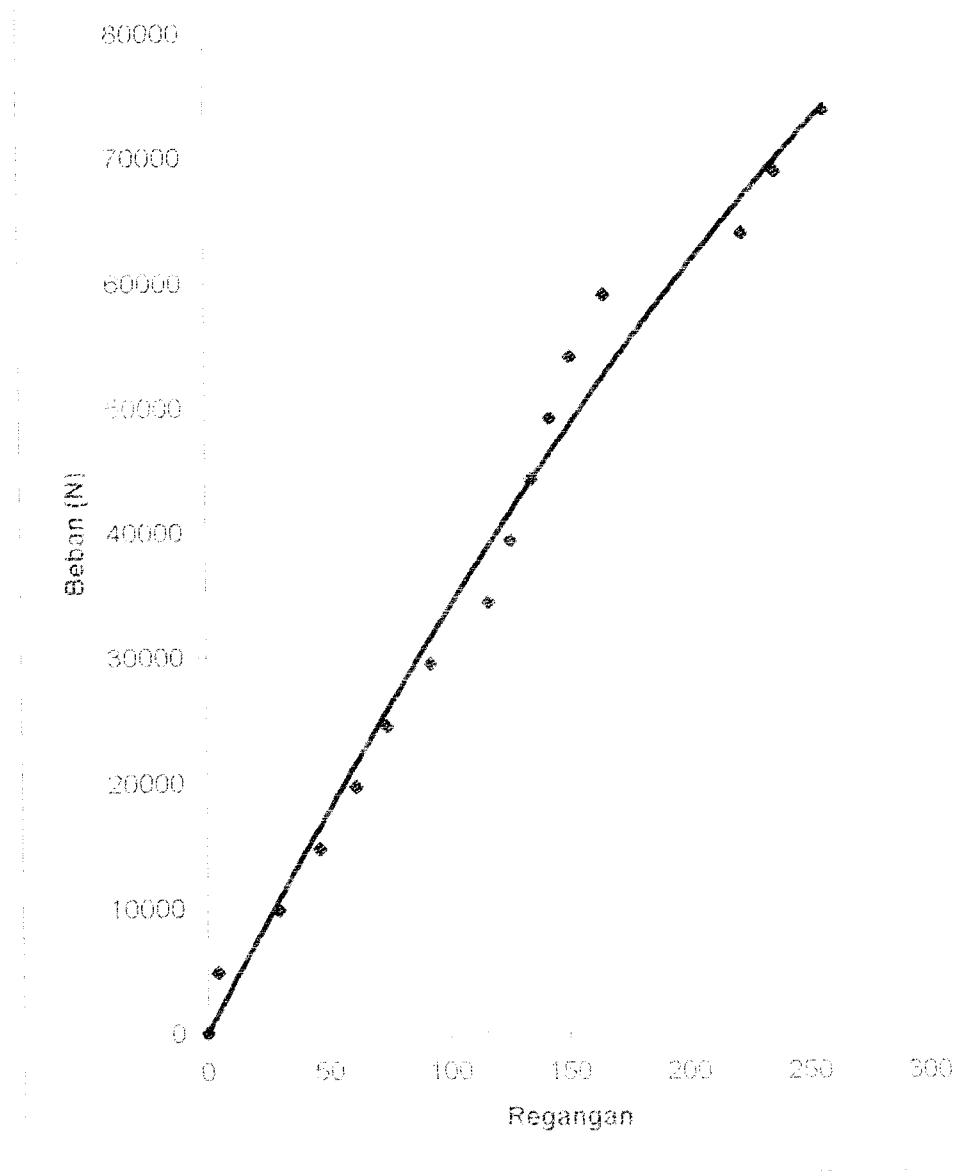
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (2) 13



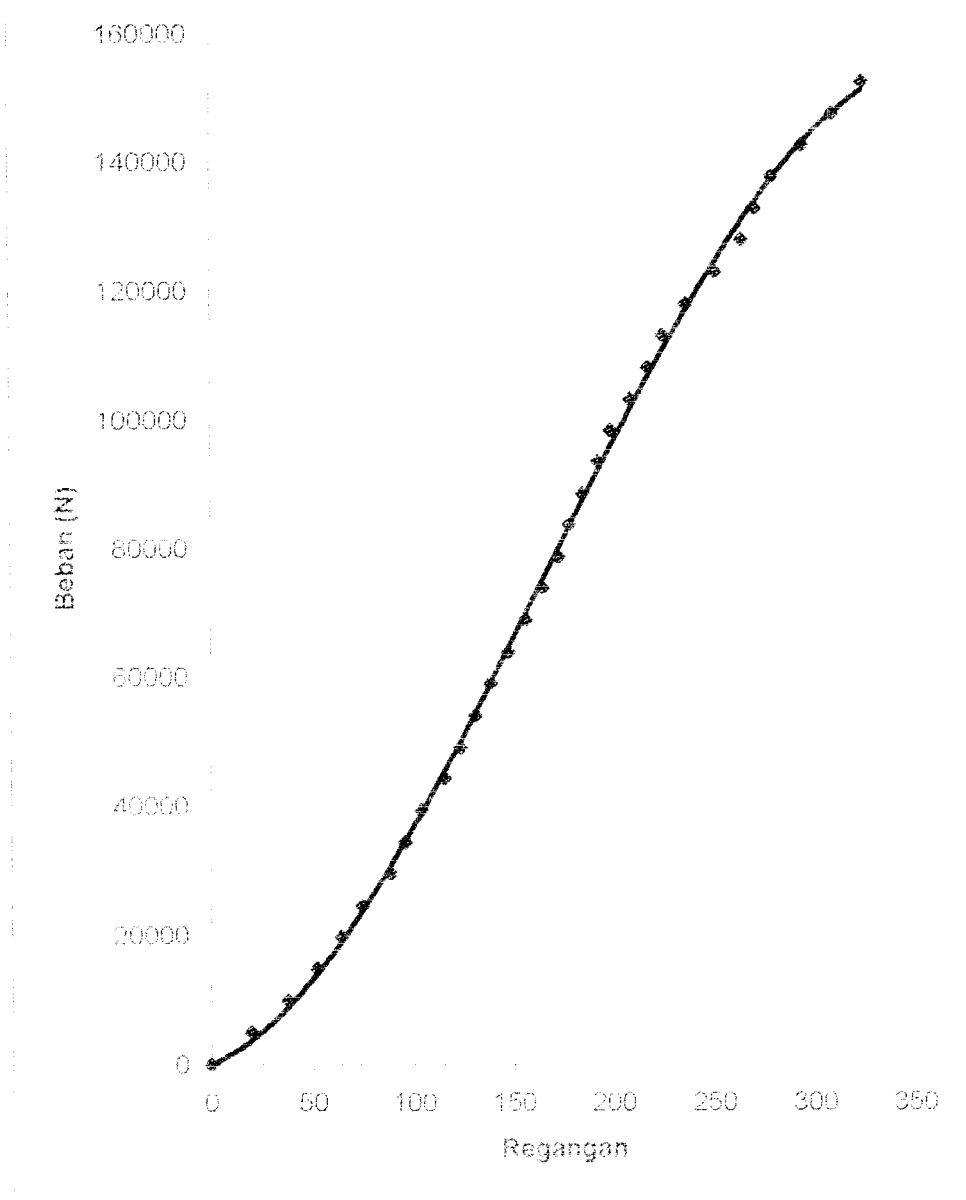
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (1) 19



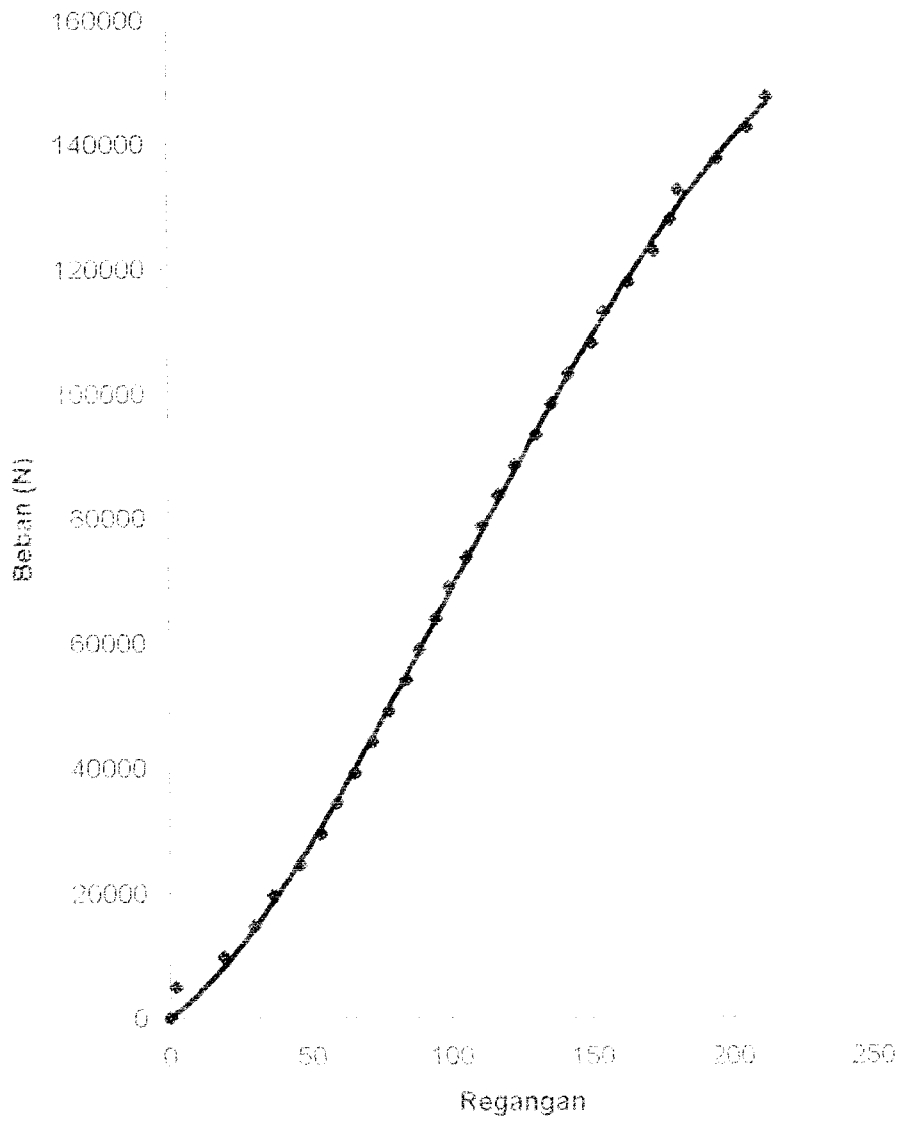
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (2) 19



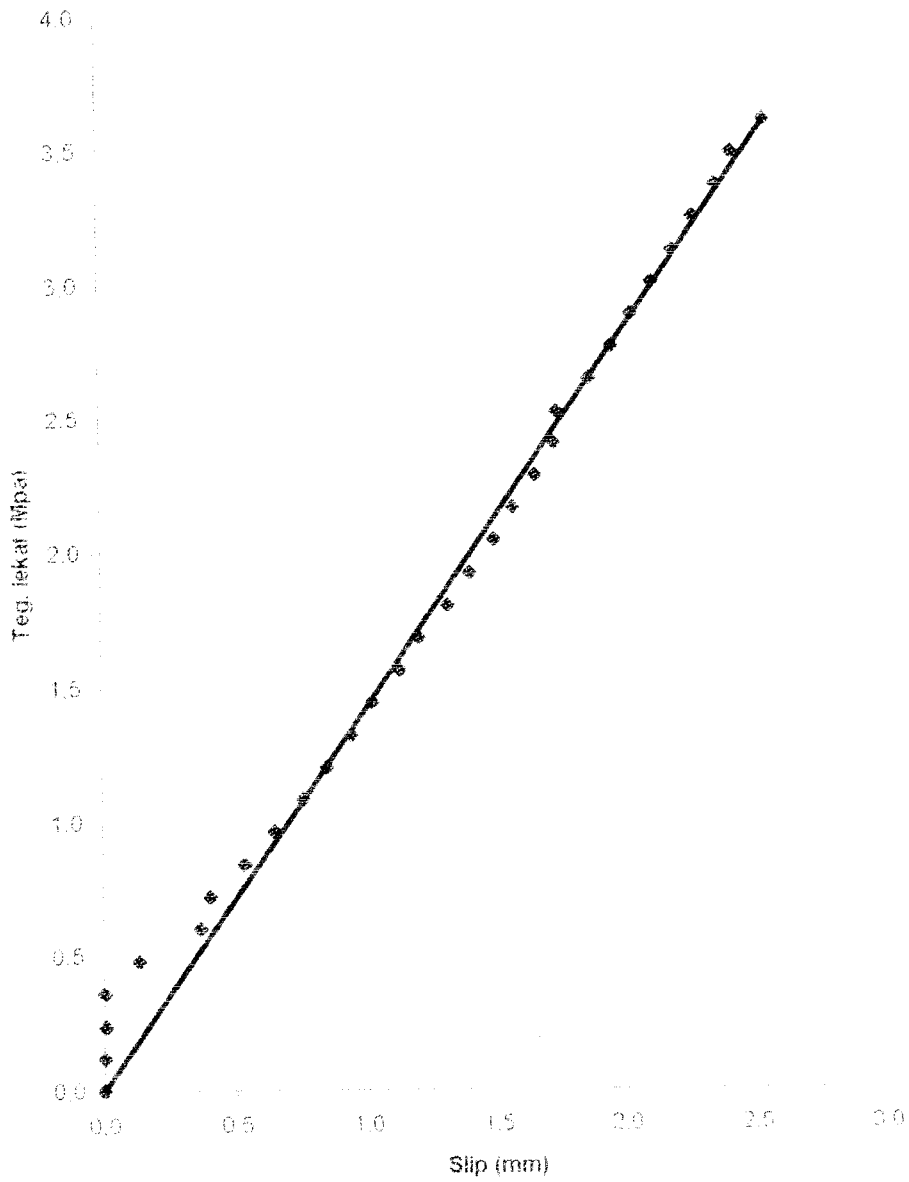
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (1) 22



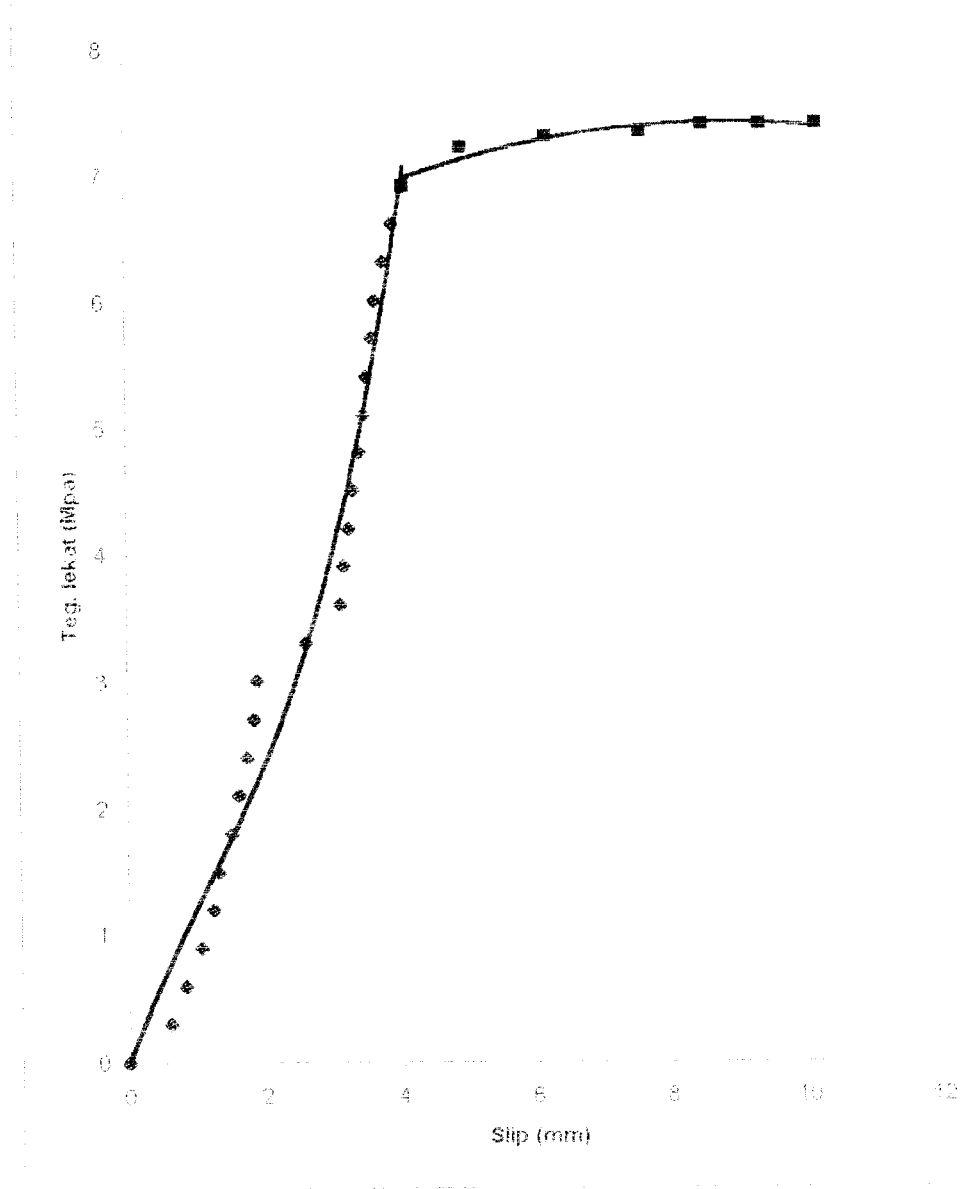
Grafik beban-regangan pull-out TD9 4 (2) 22



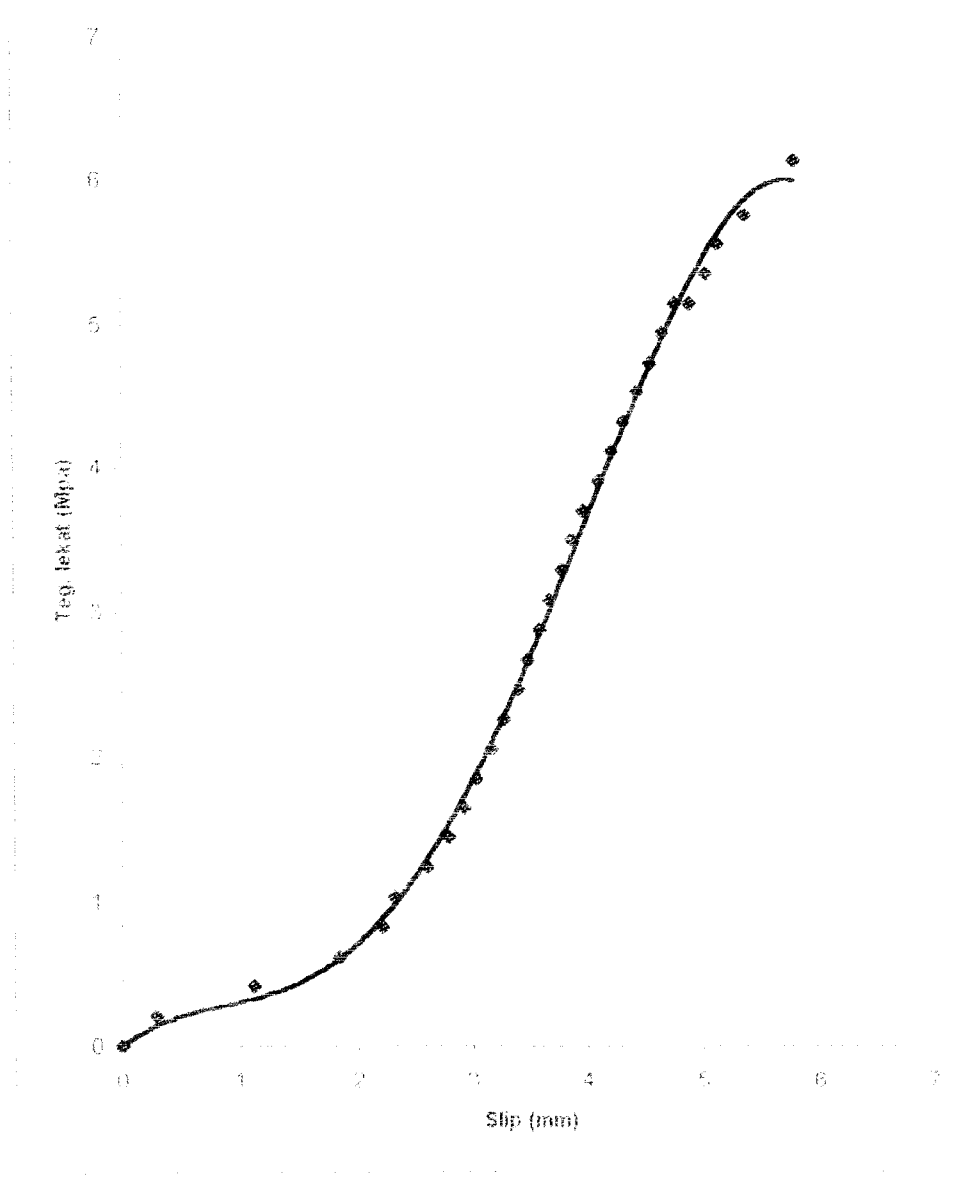
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (1) 13



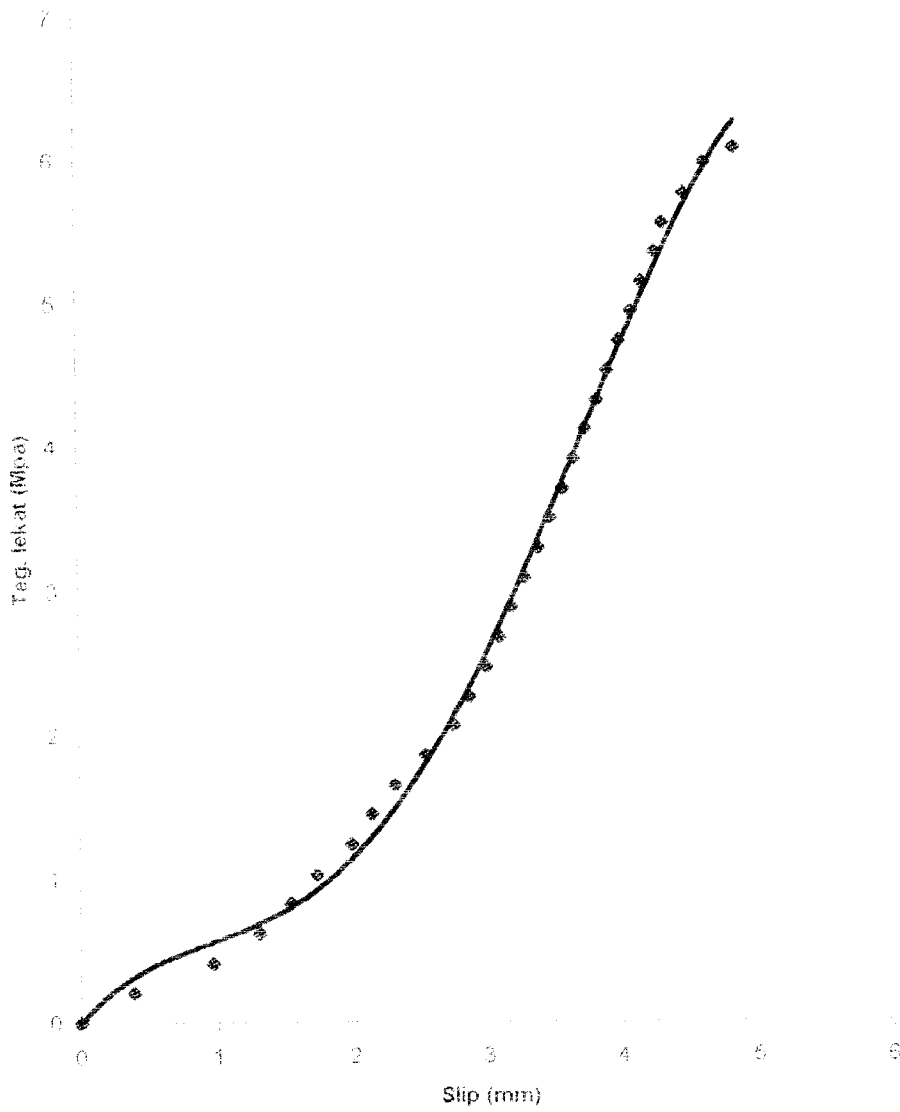
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (2) 13



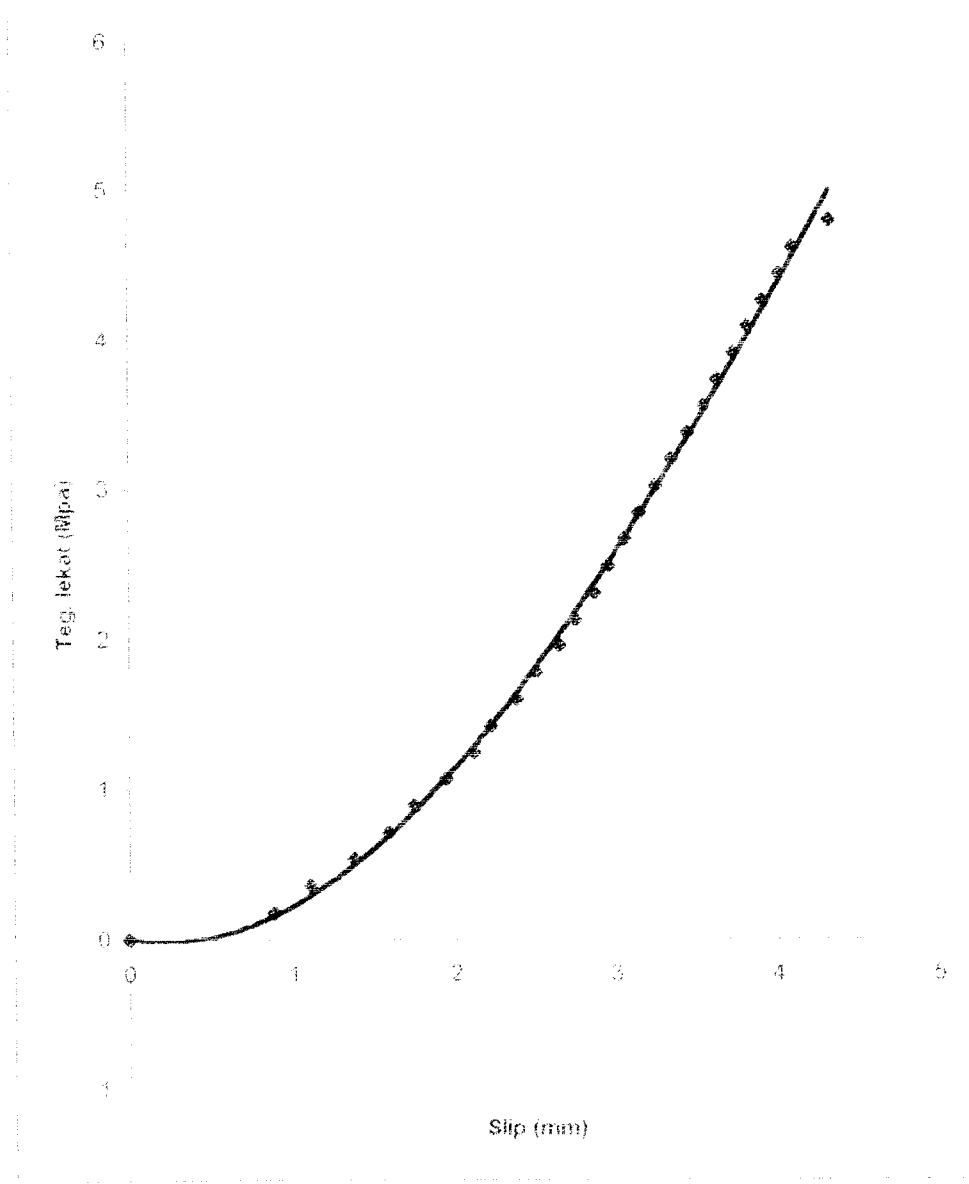
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (1) 19



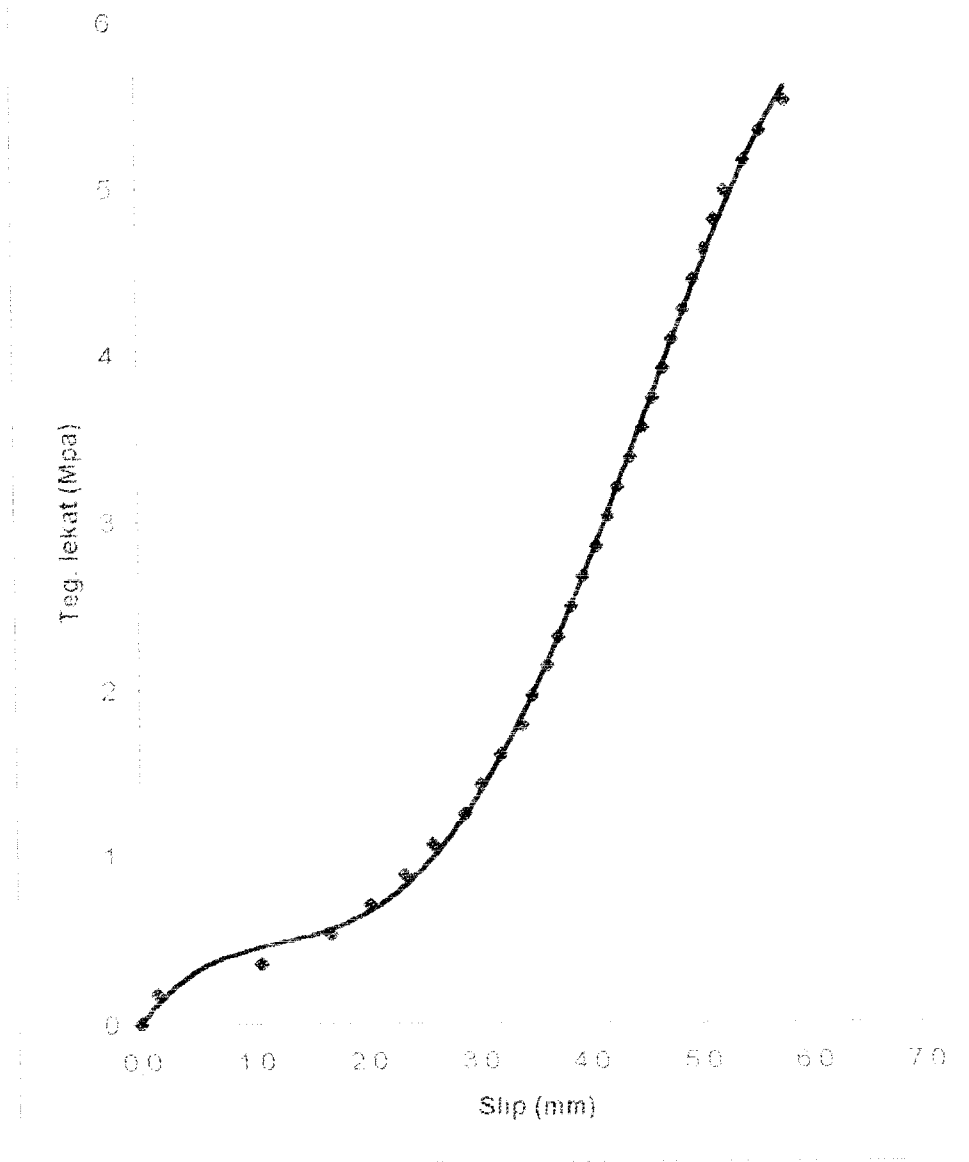
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (2) 19



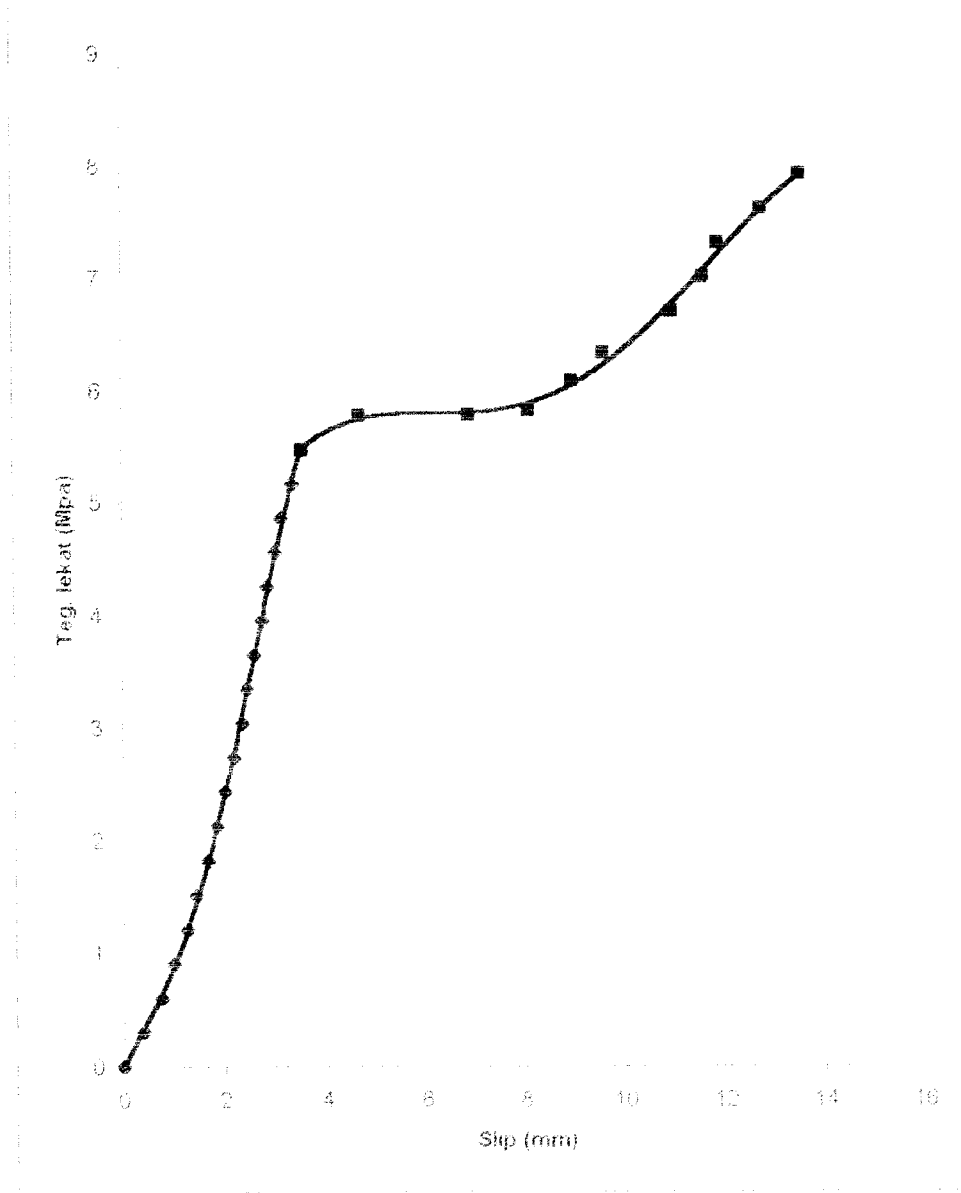
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (1) 22



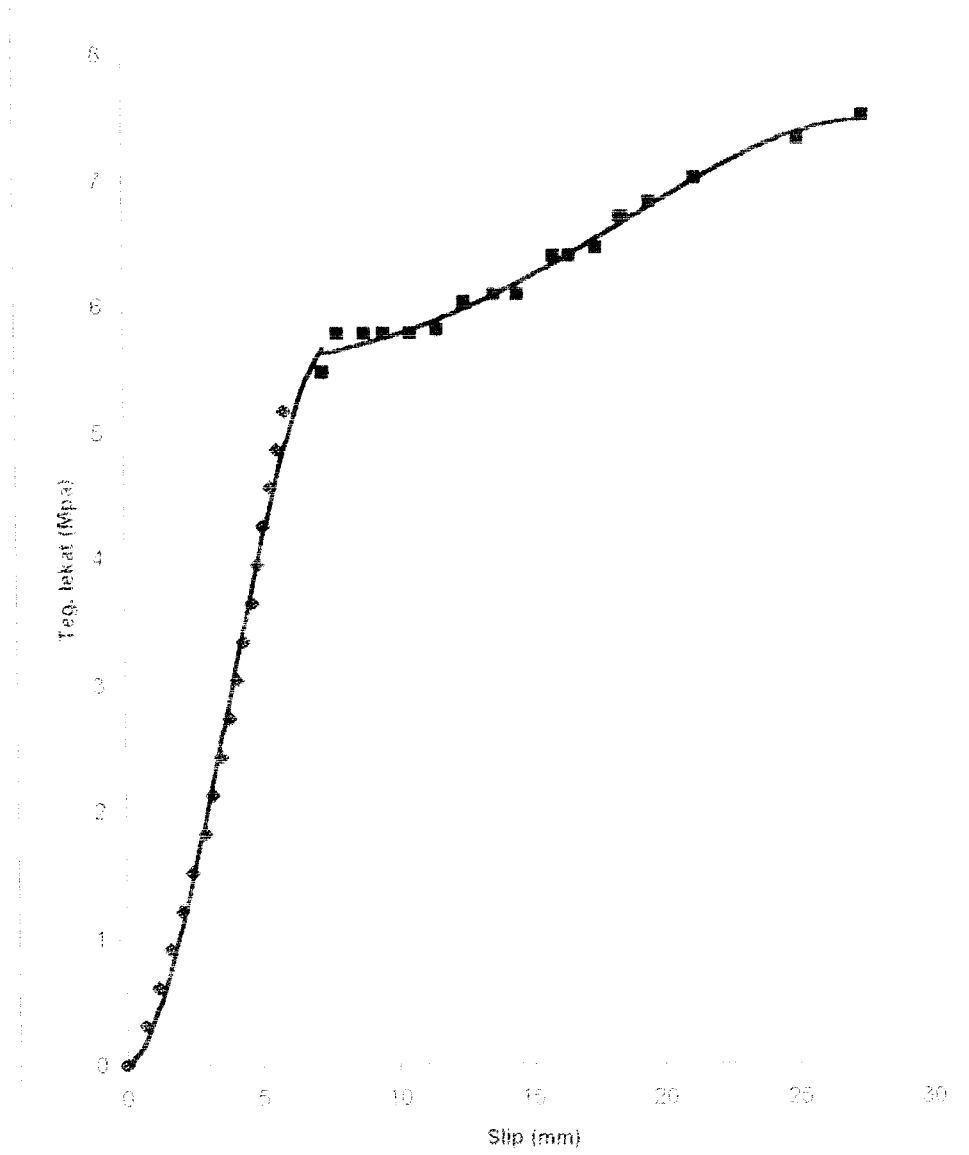
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 2 (2) 22



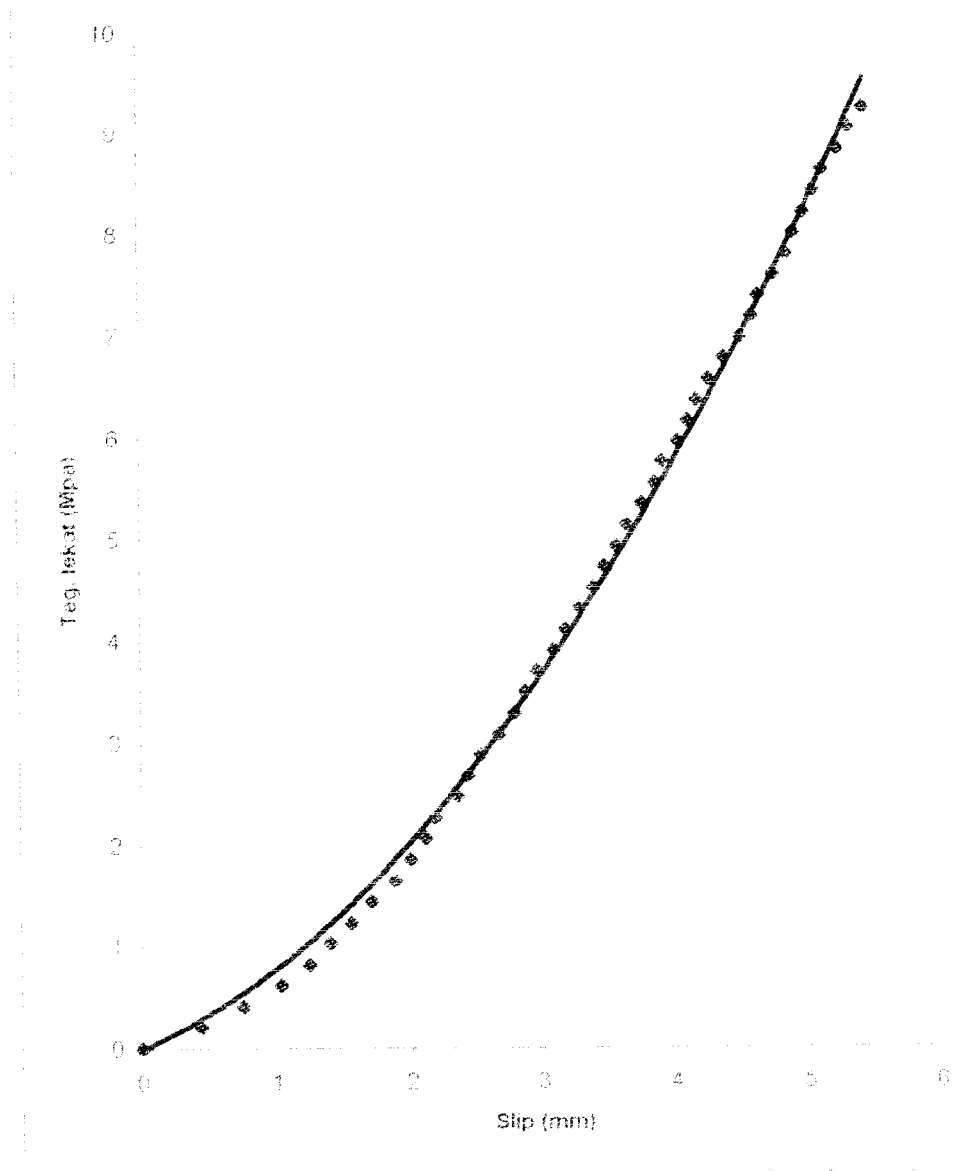
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (1) 13



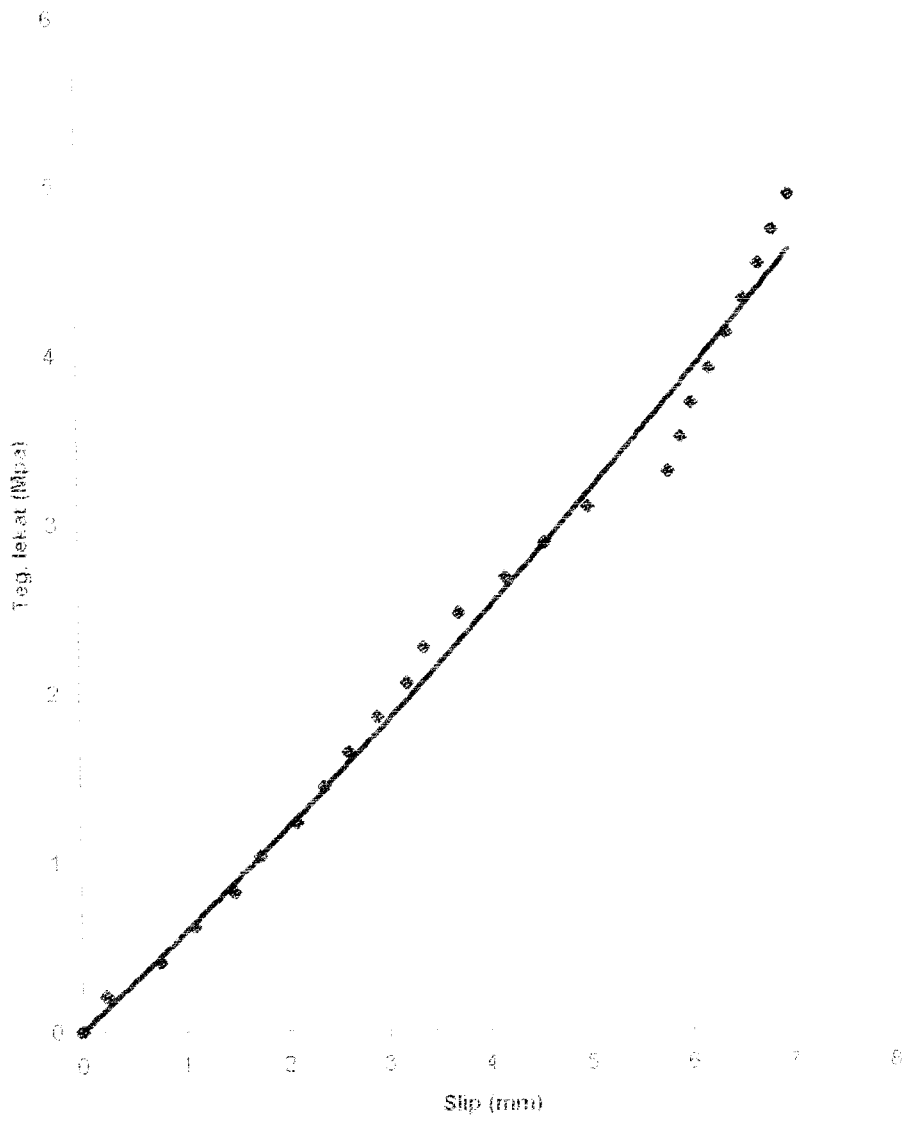
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (2) 13



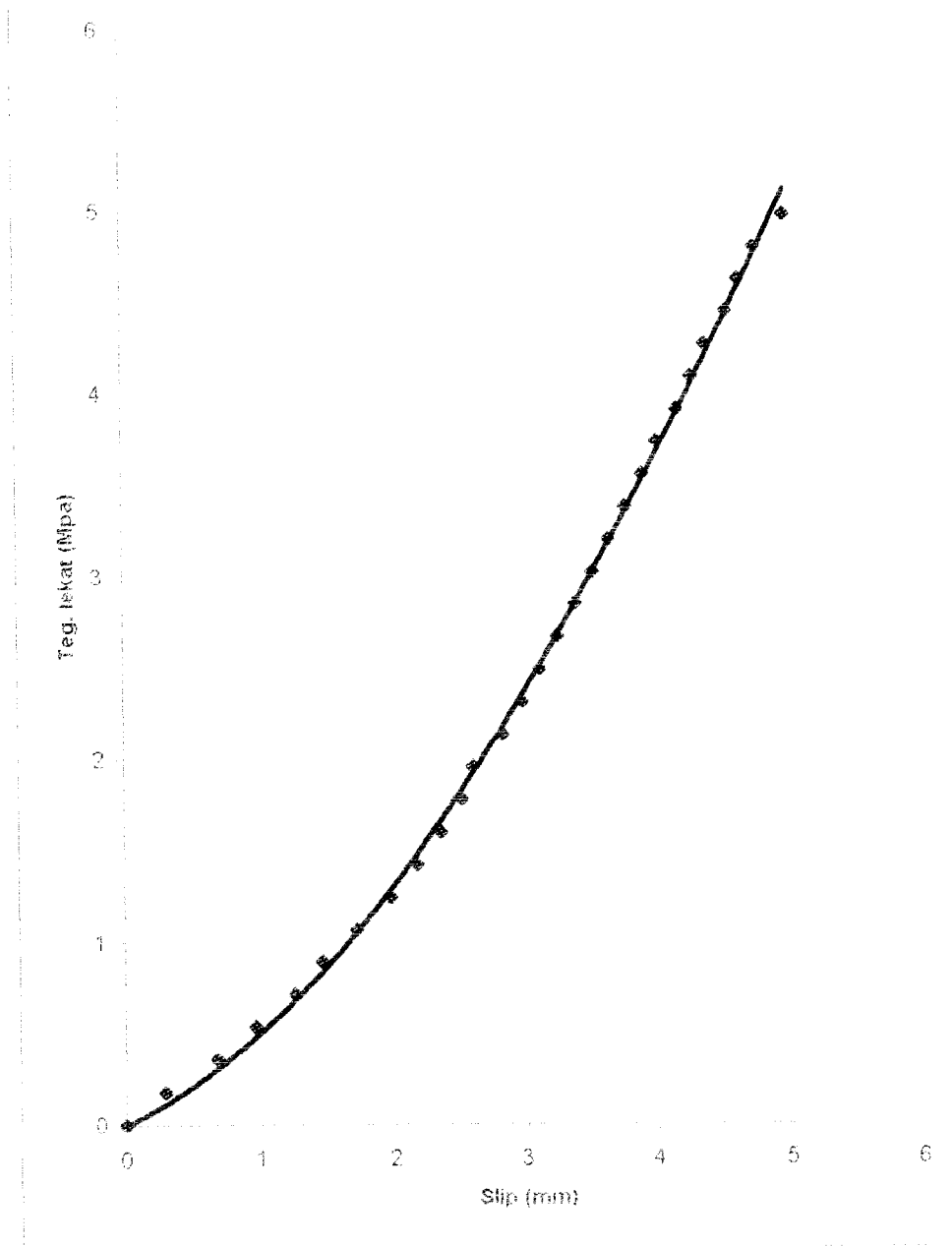
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (1) 19



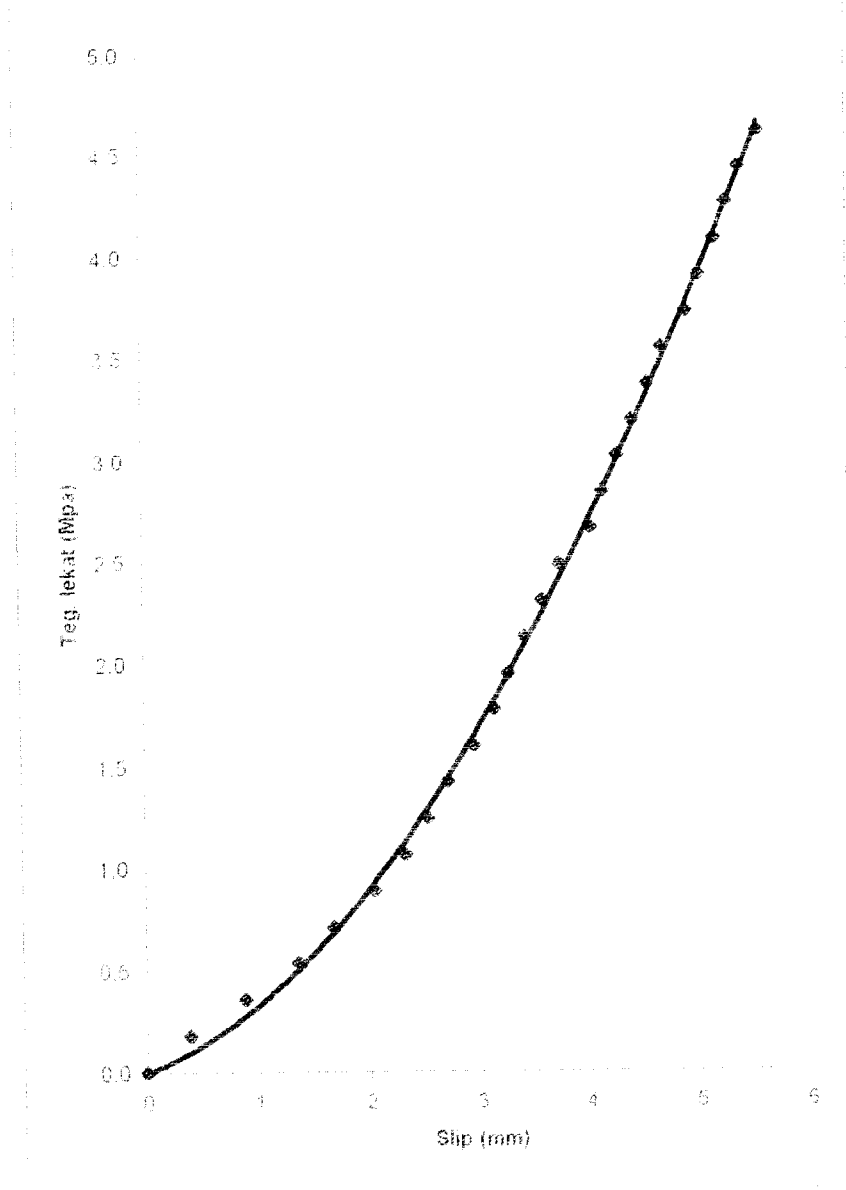
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (2) 19



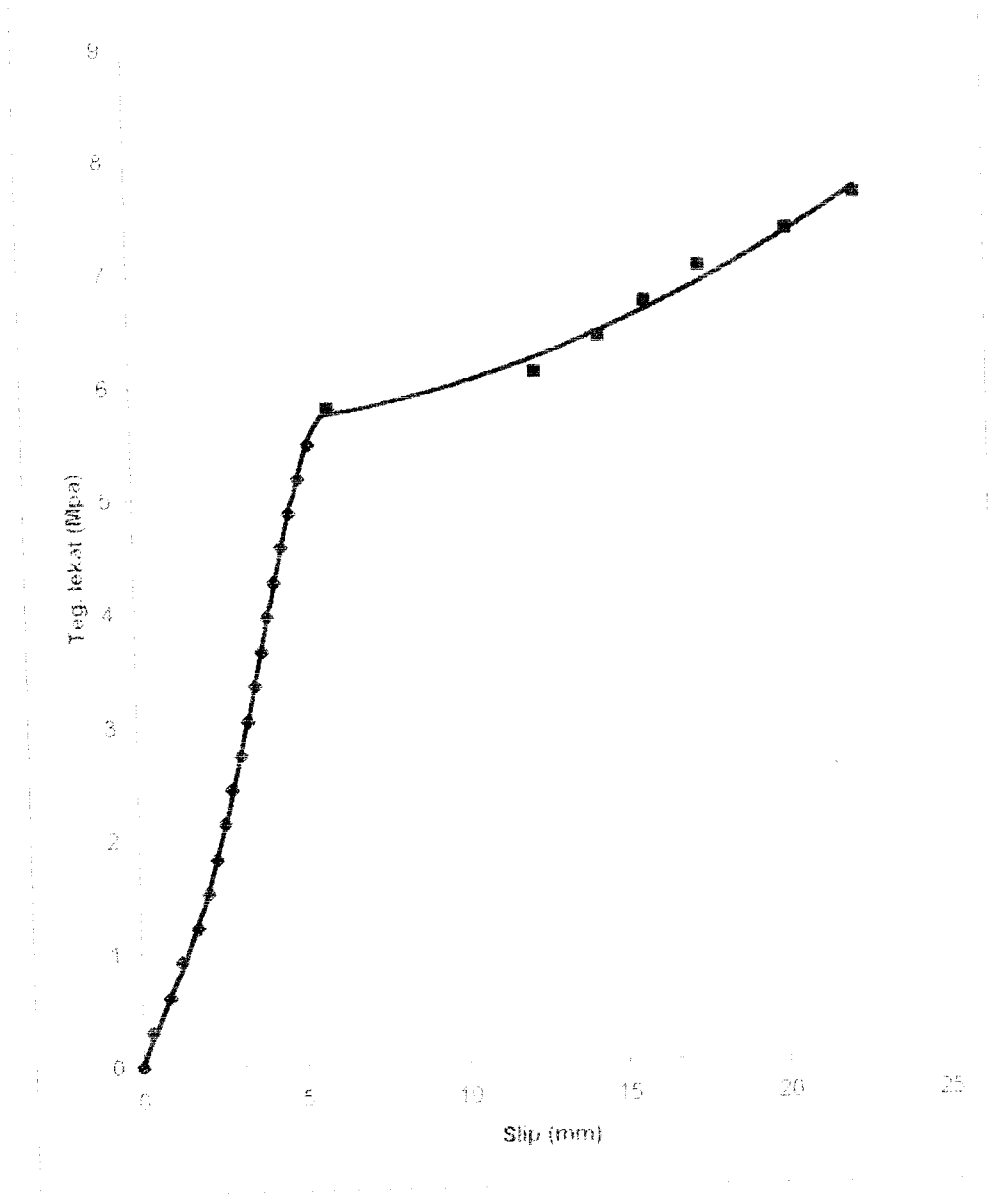
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (1) 22



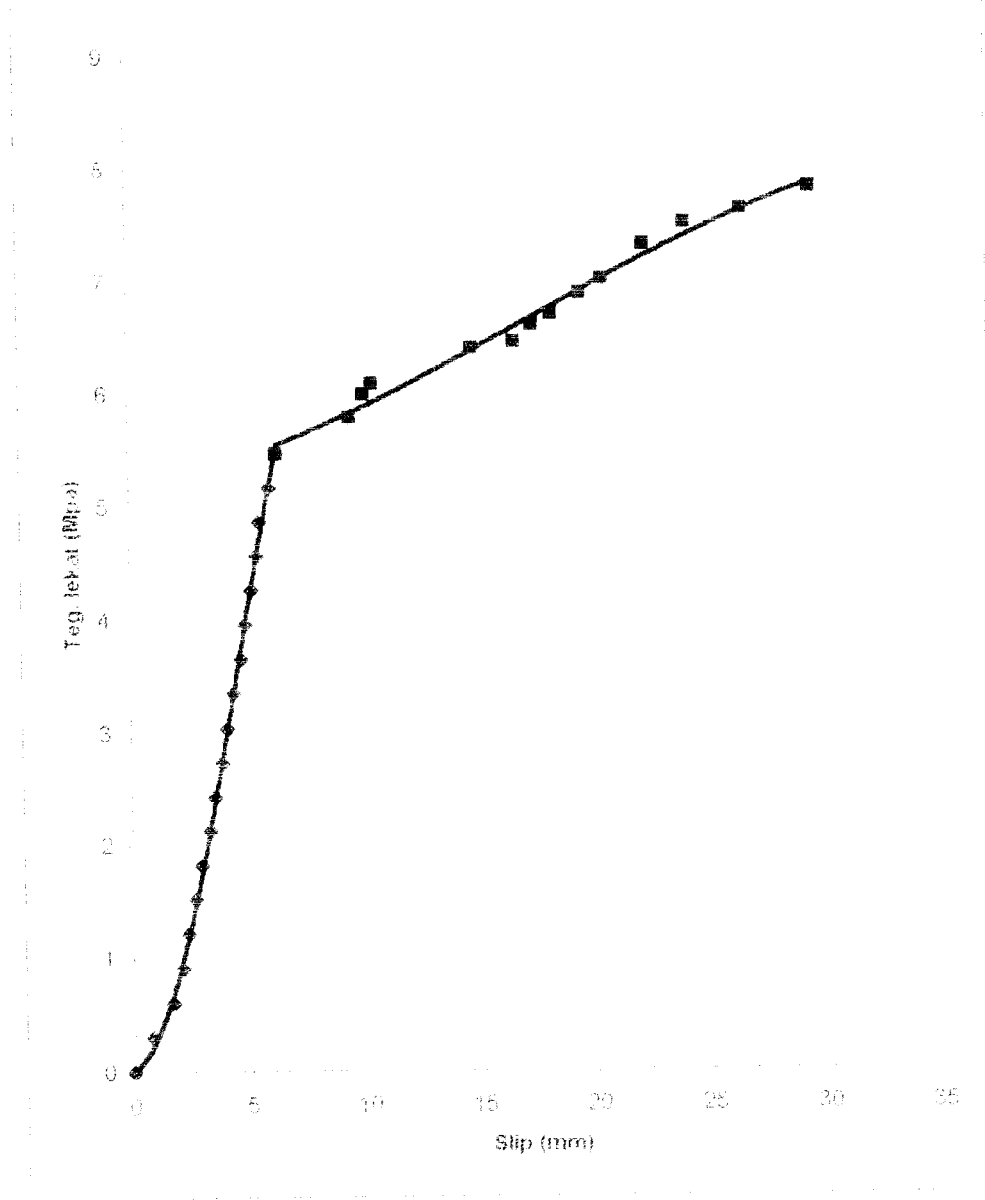
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 2 (2) 22



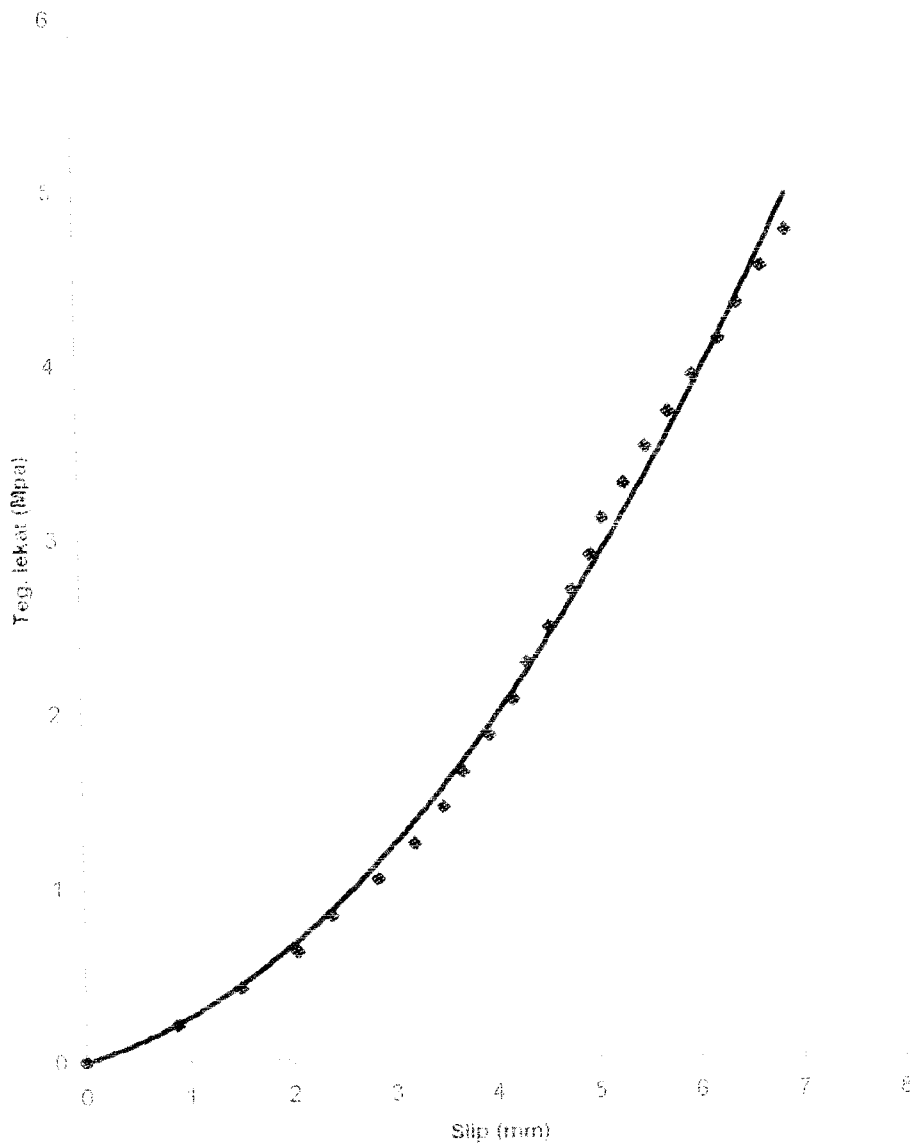
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (1) 13



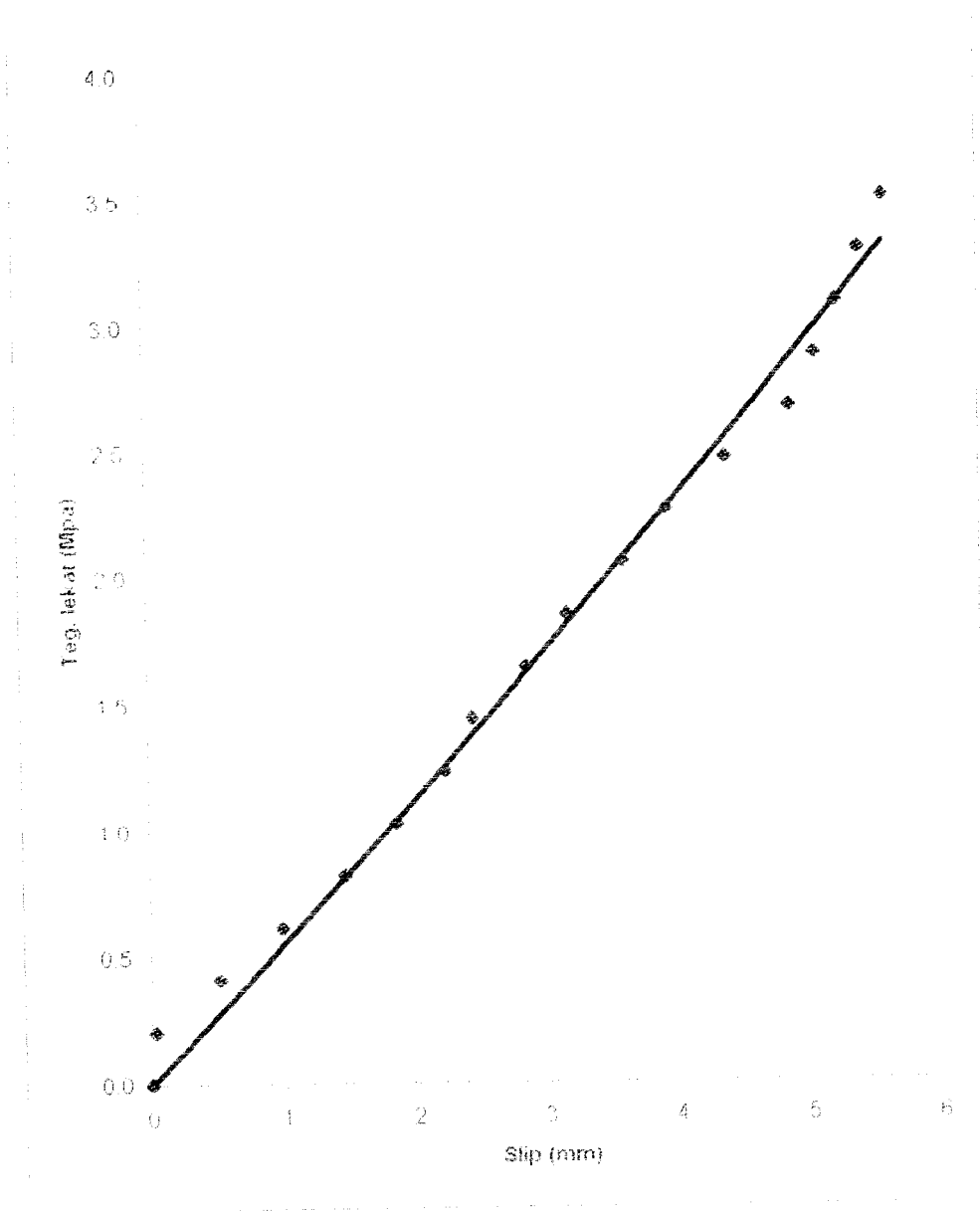
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (2) 13



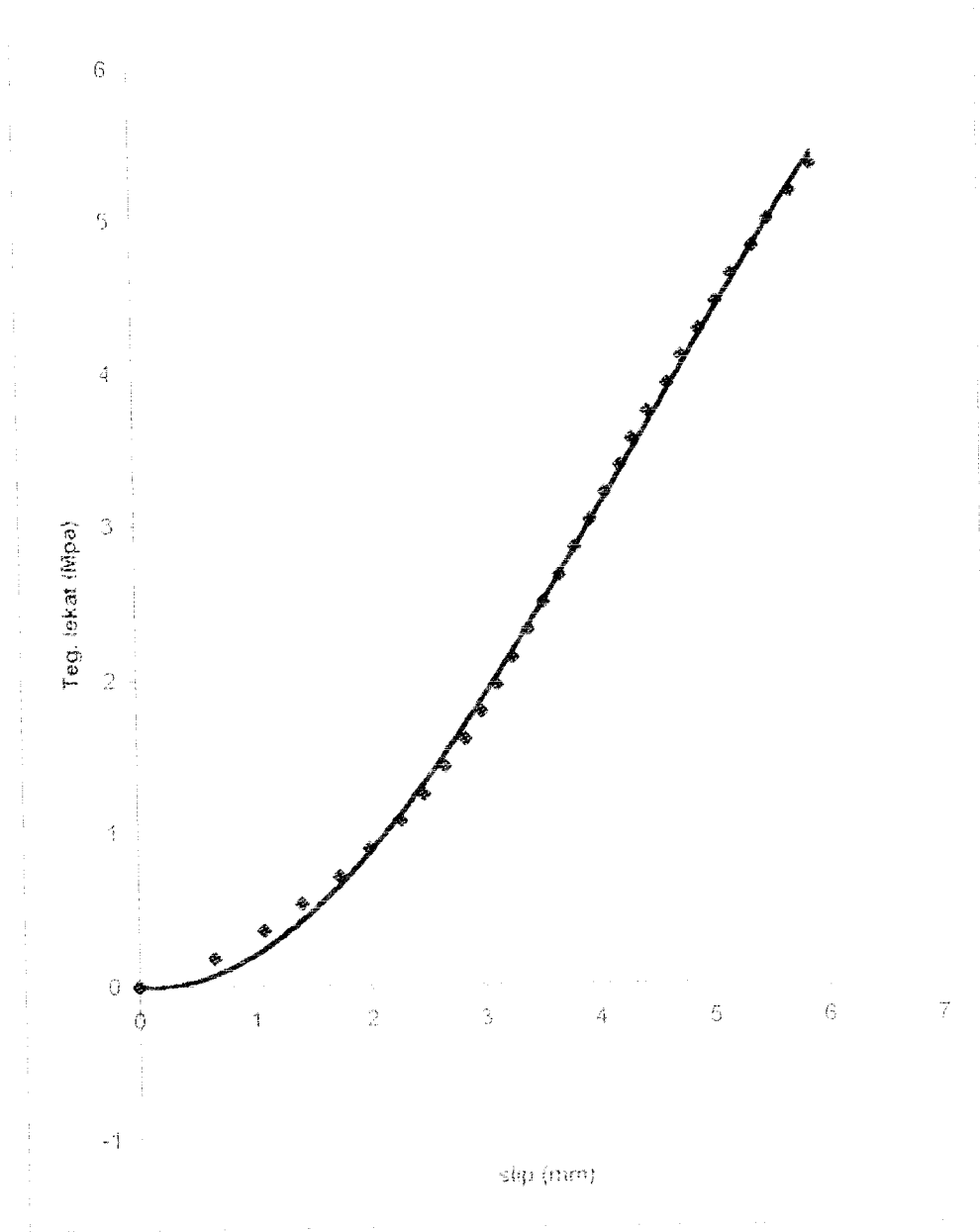
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (1) 19



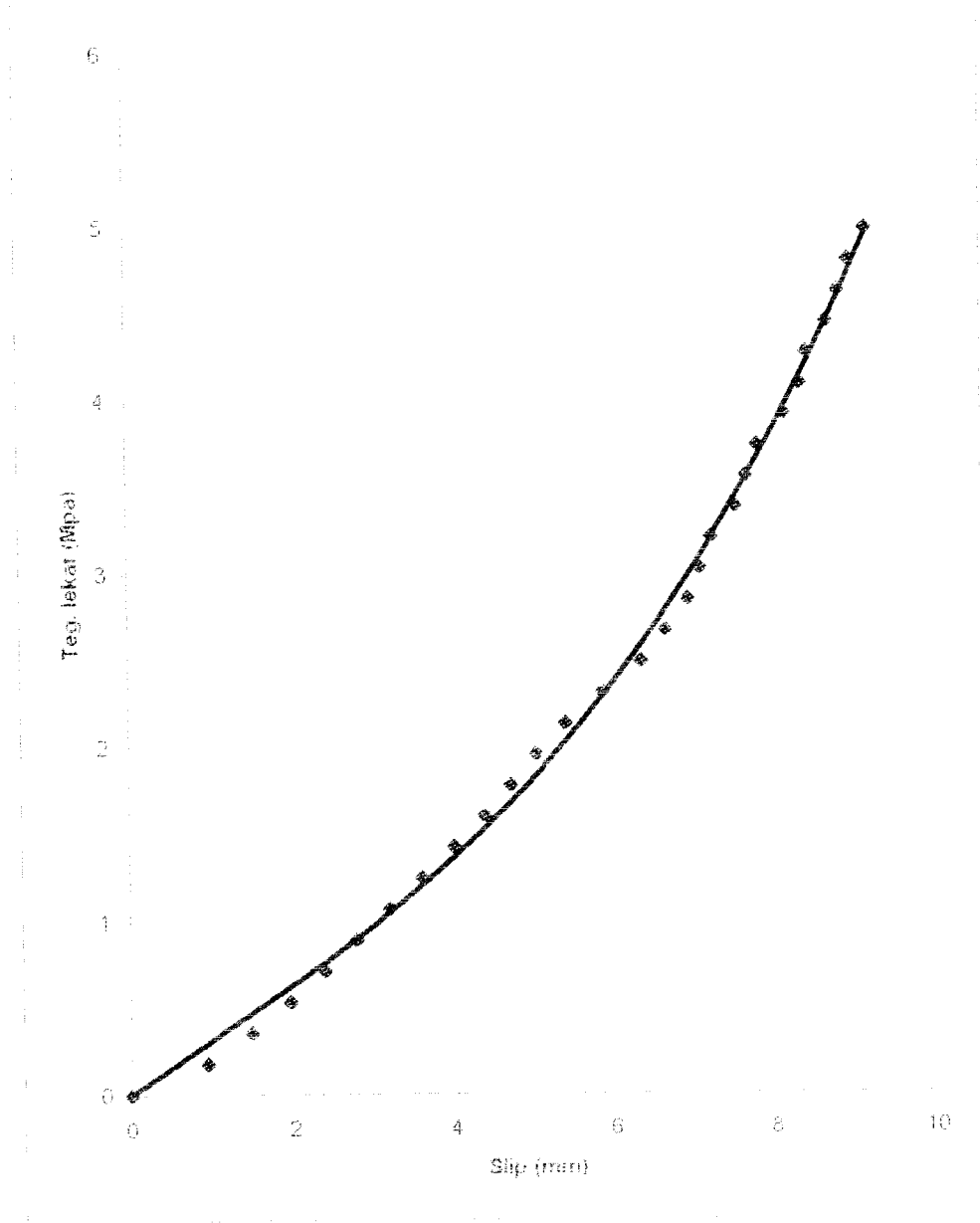
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (2) 19



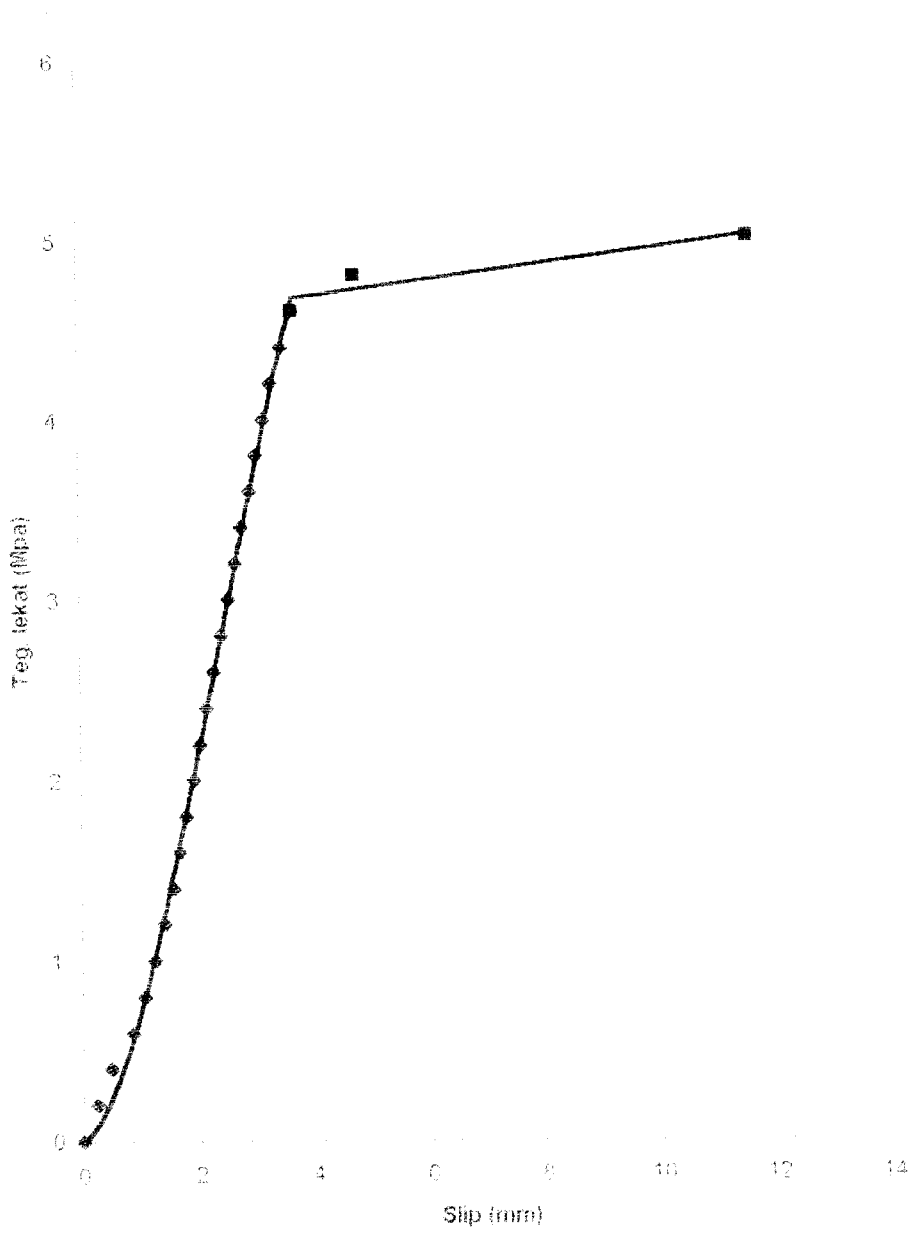
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (1) 22



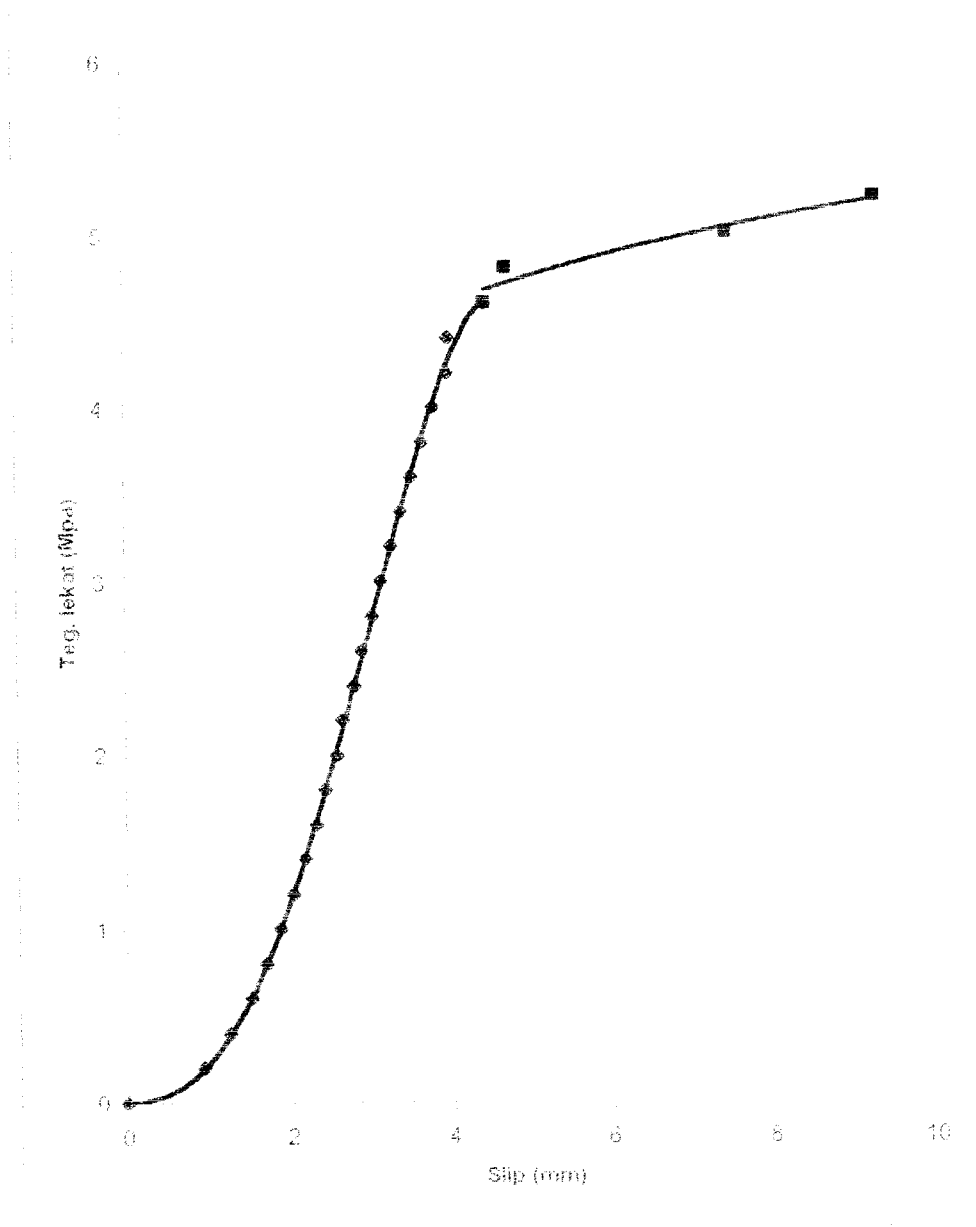
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 2 (2) 22



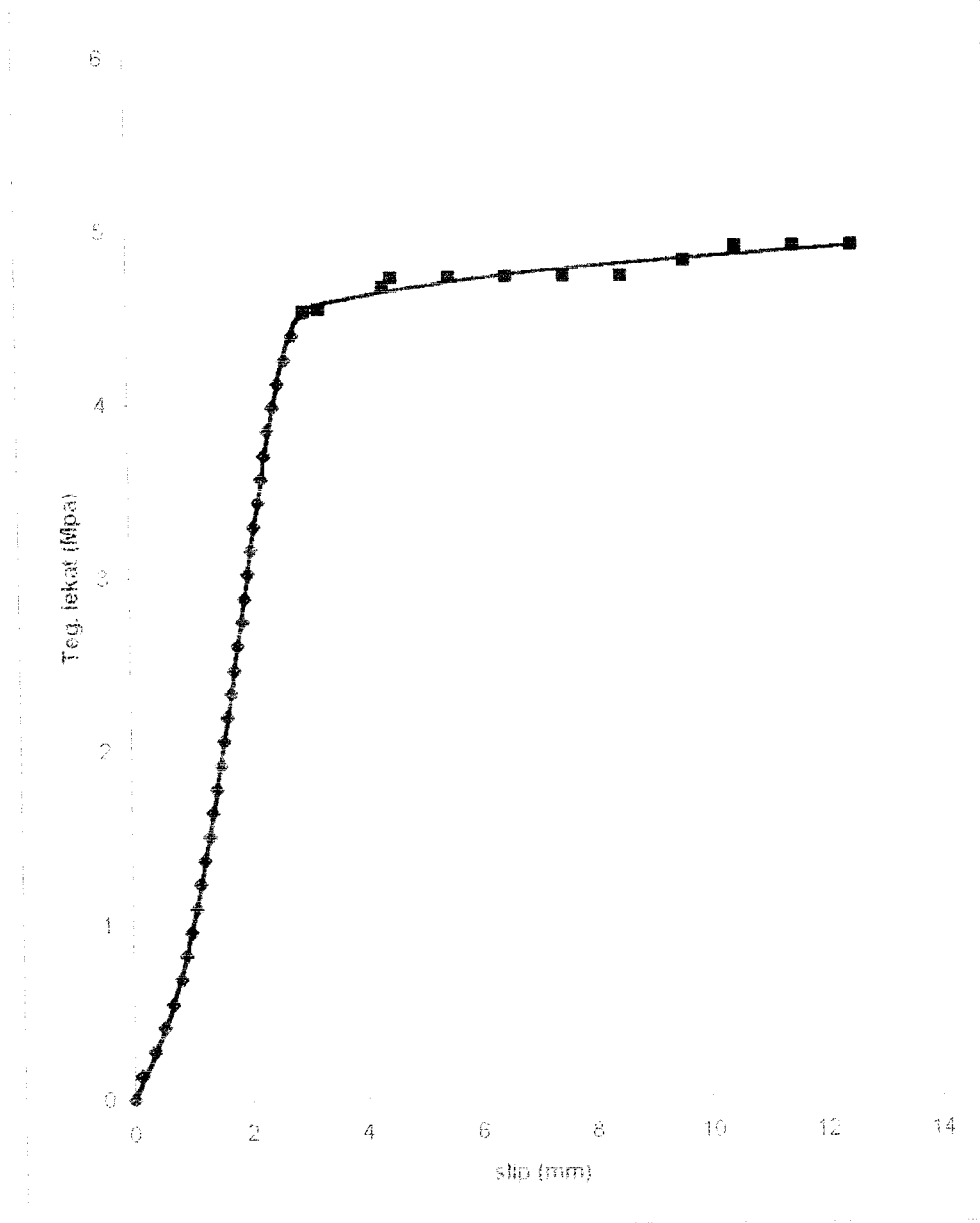
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (1) 13



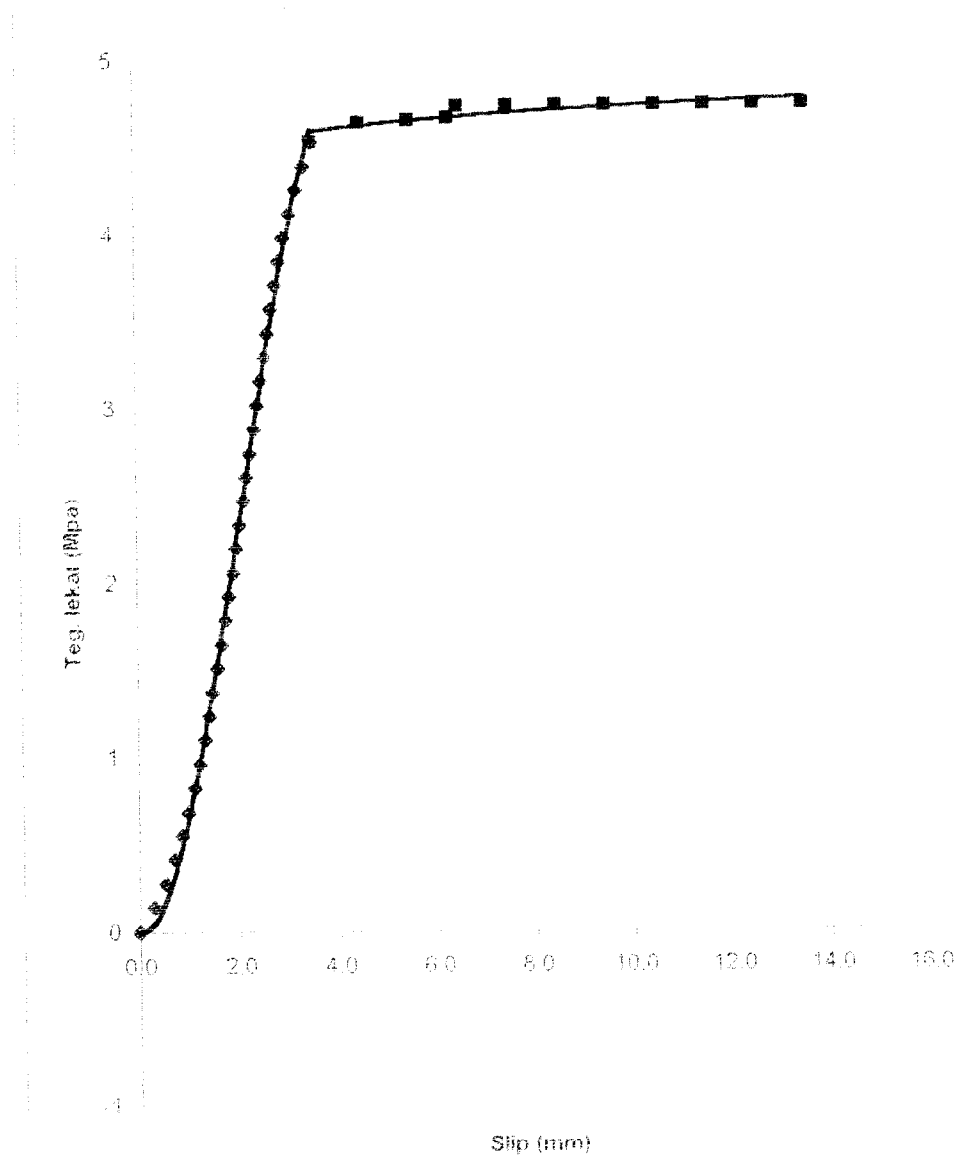
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (2) 13



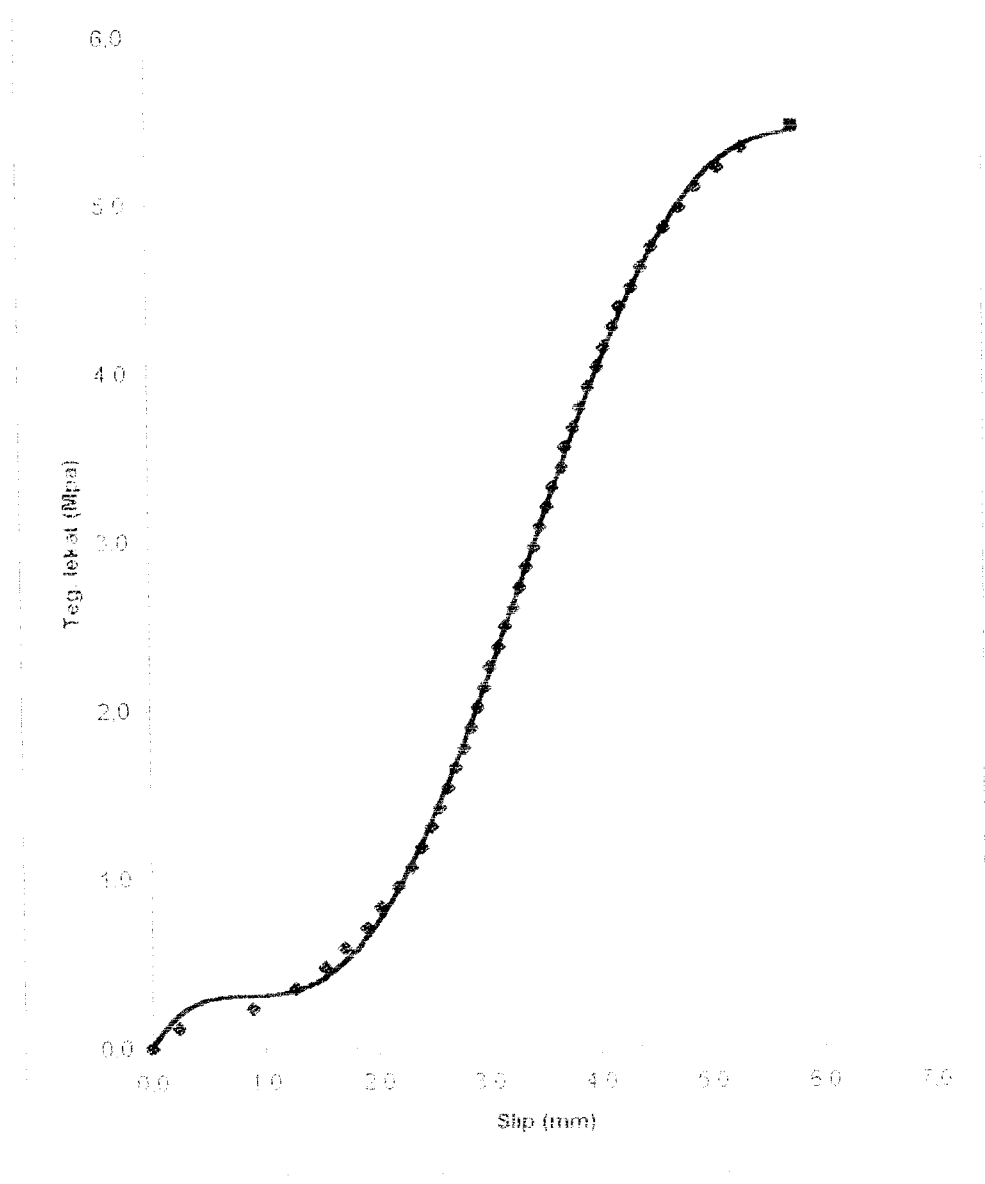
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (1) 19



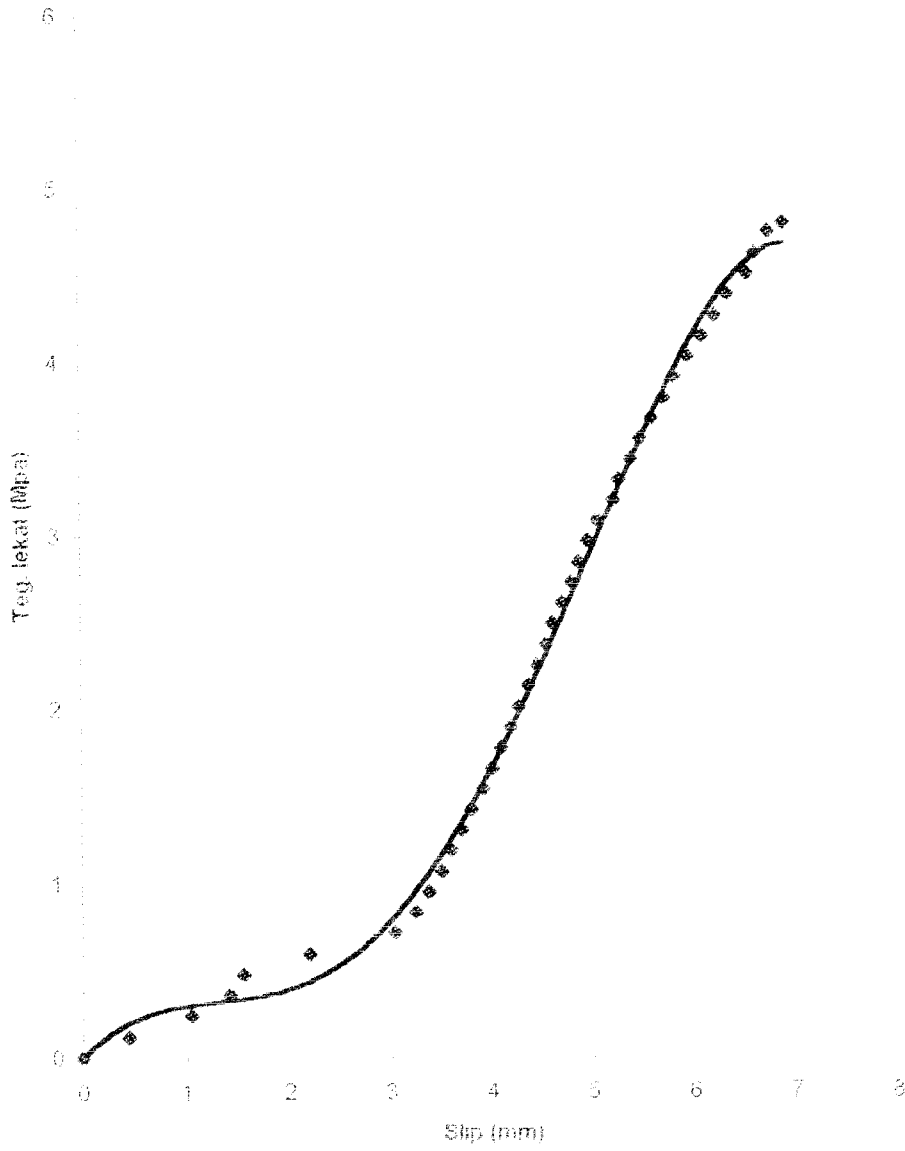
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (2) 19



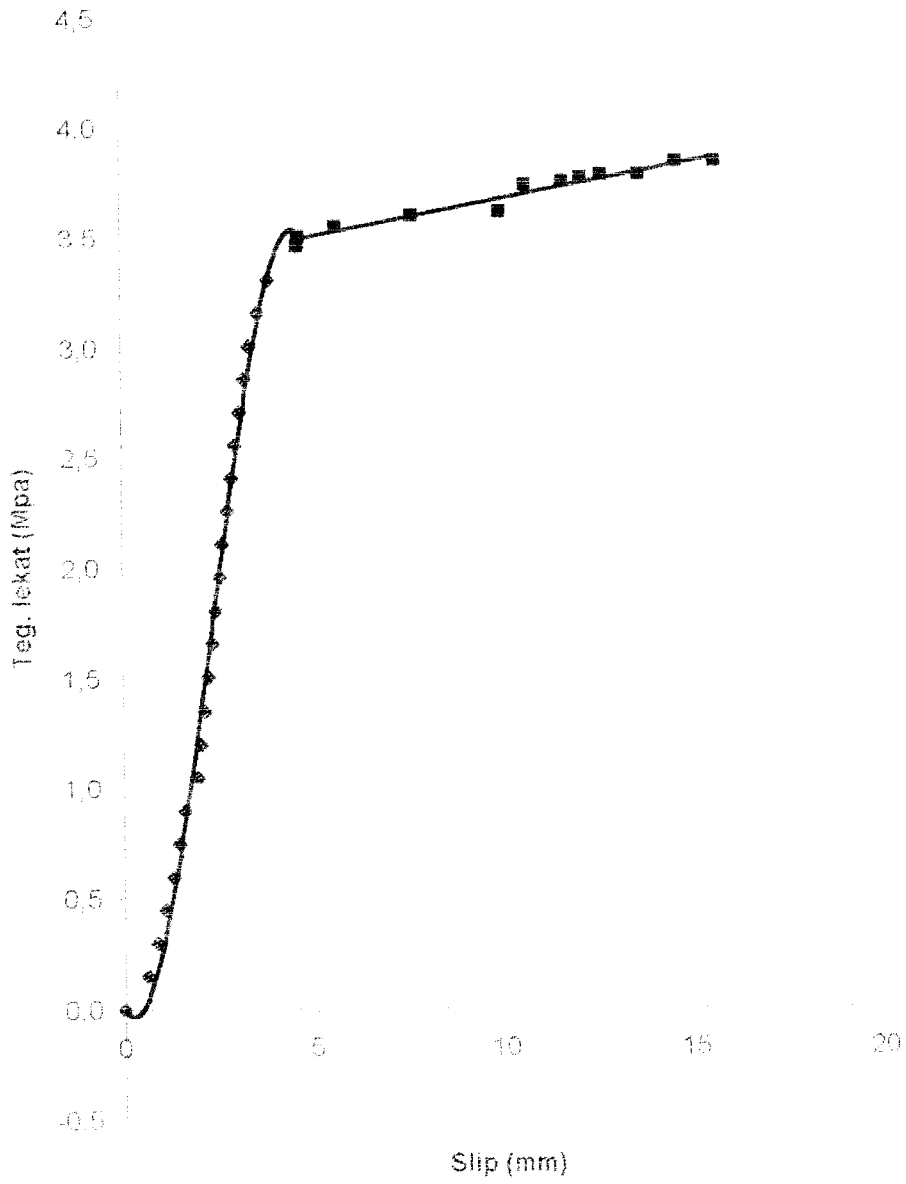
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (1) 22



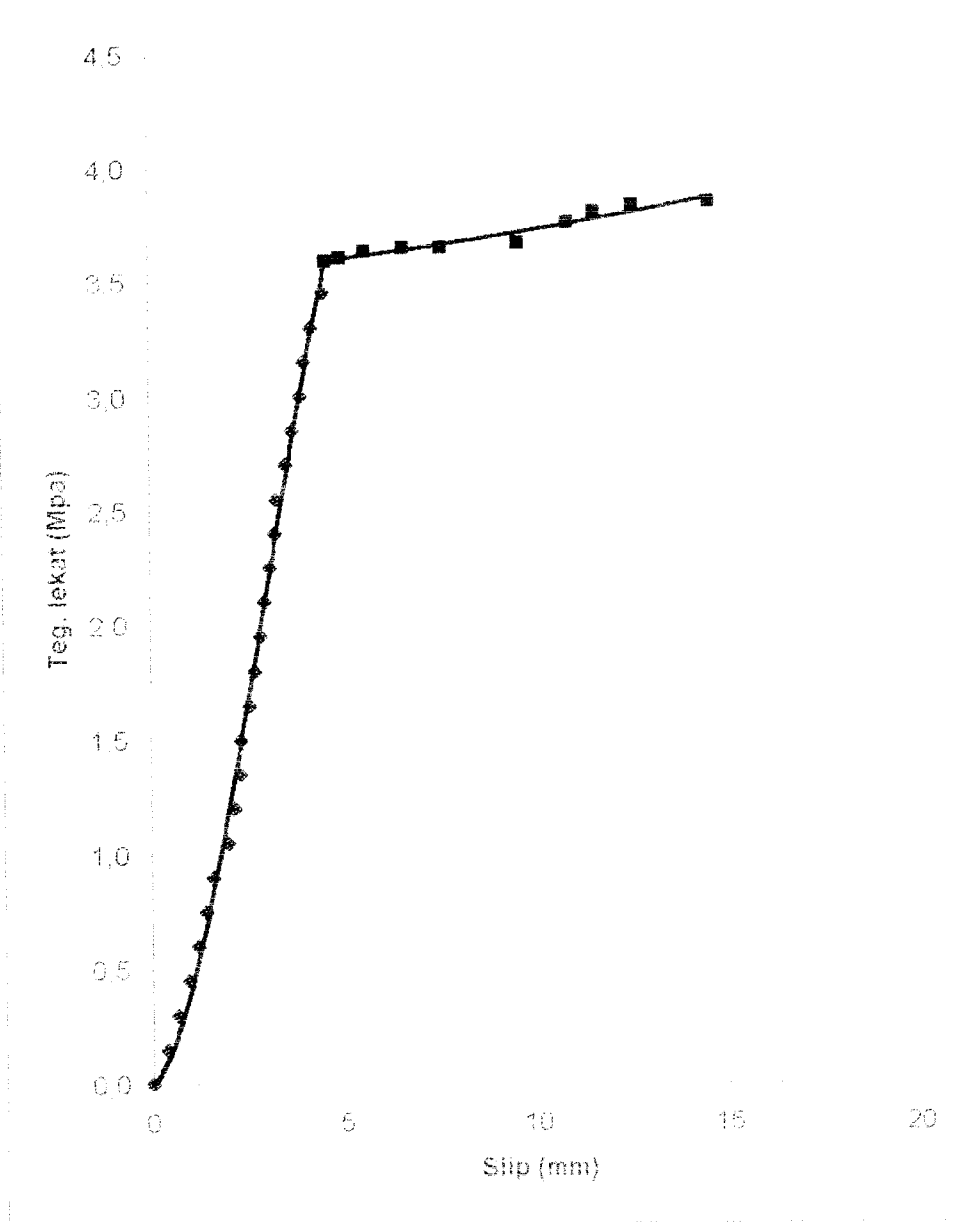
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 3 (2) 22



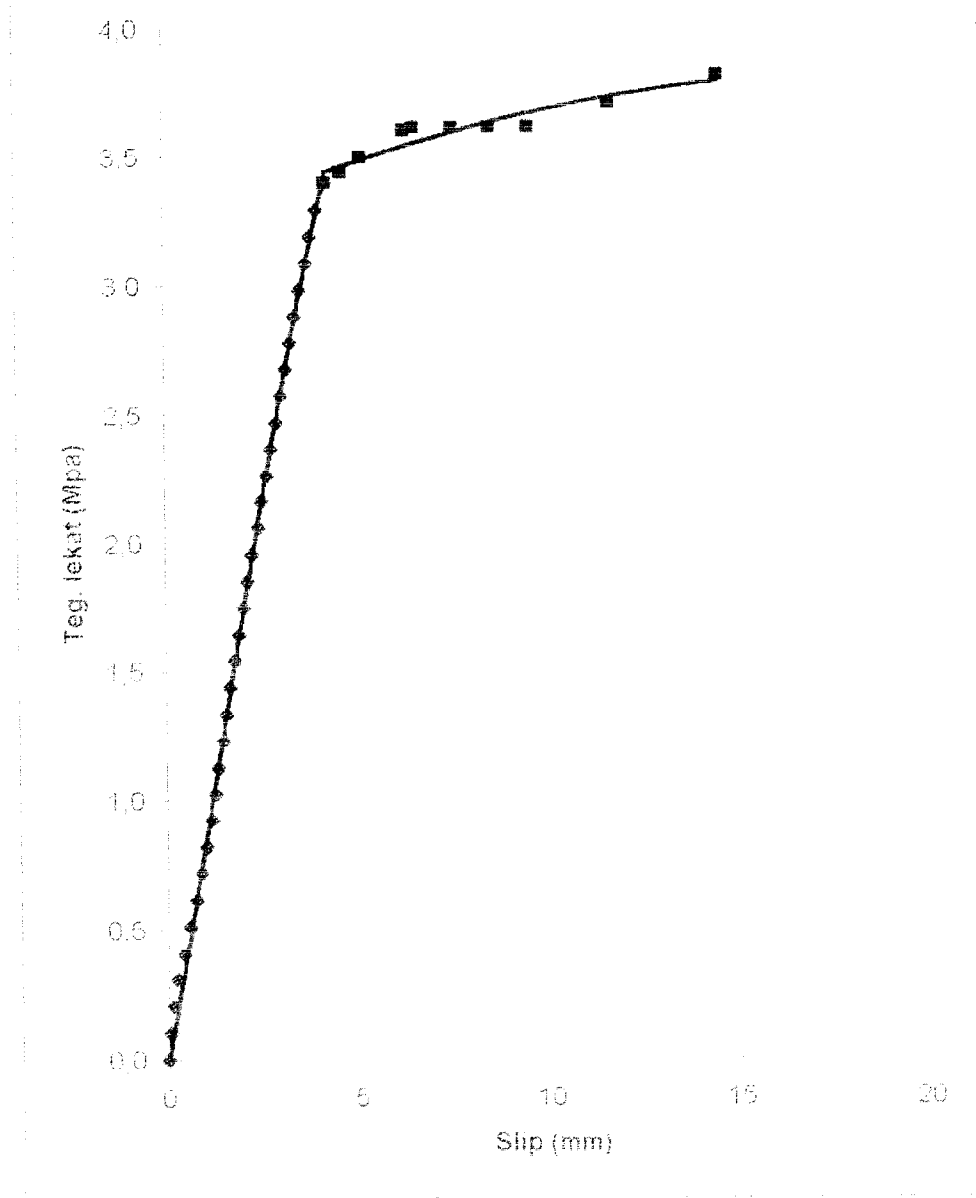
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (1) 13



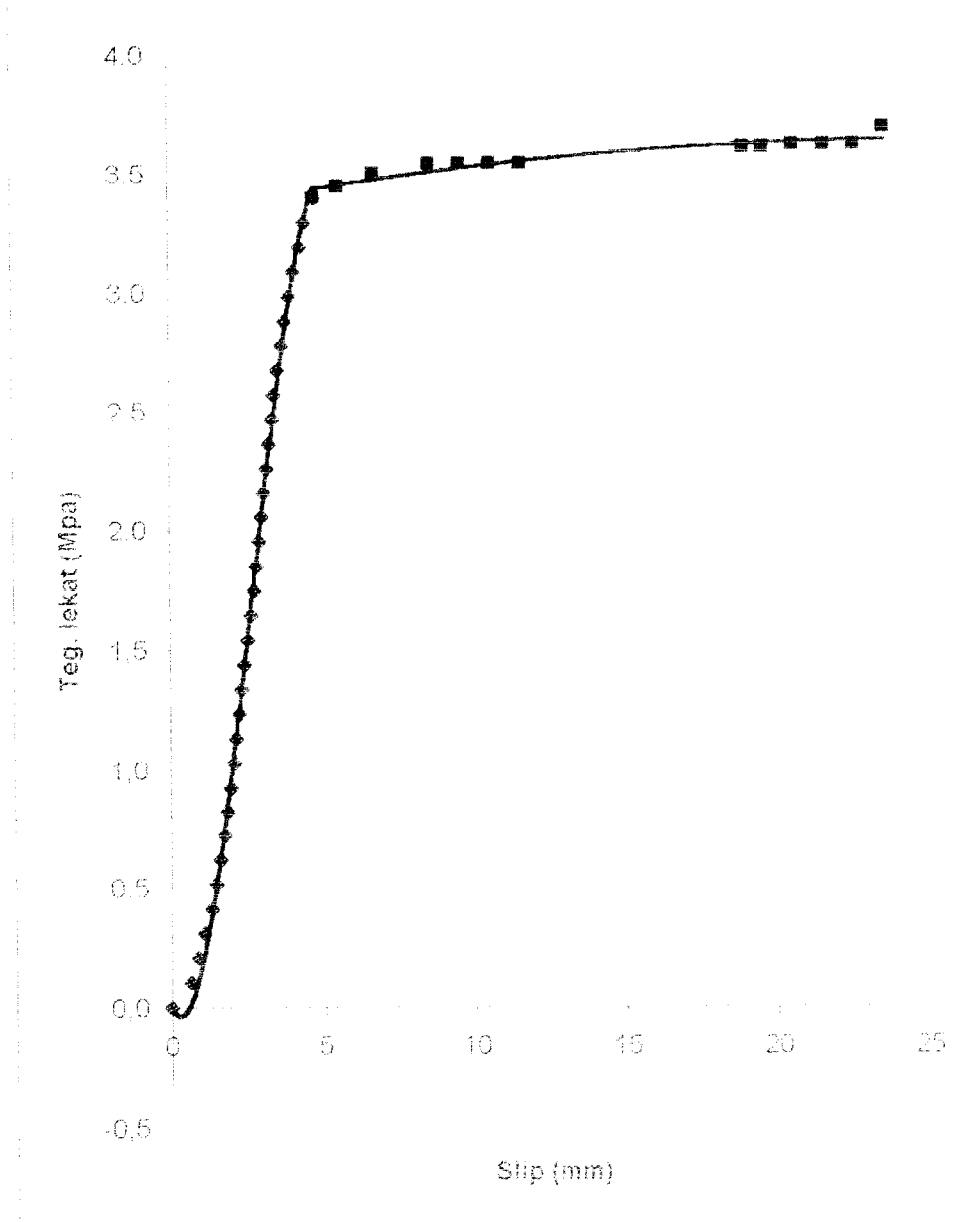
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (2) 13



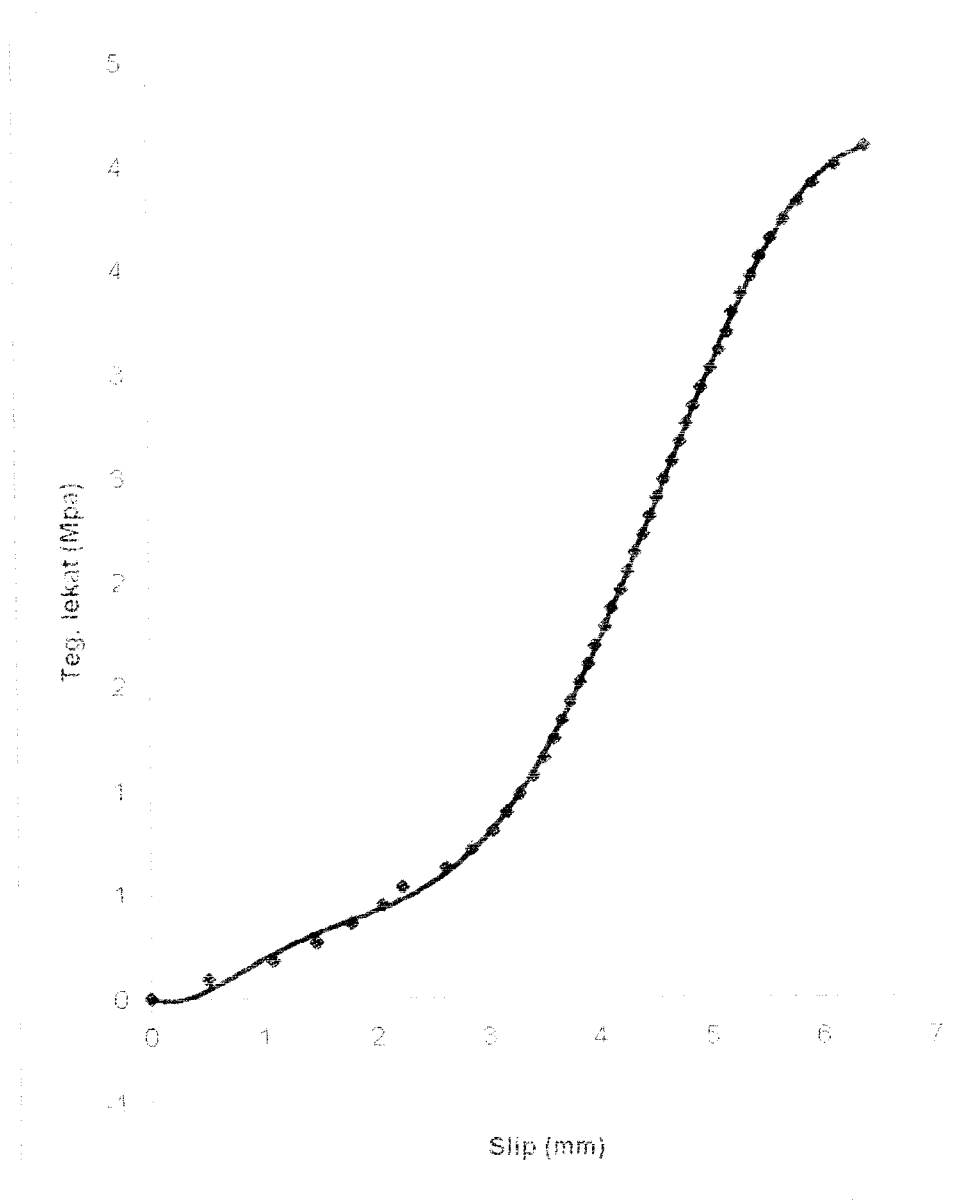
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (1) 19



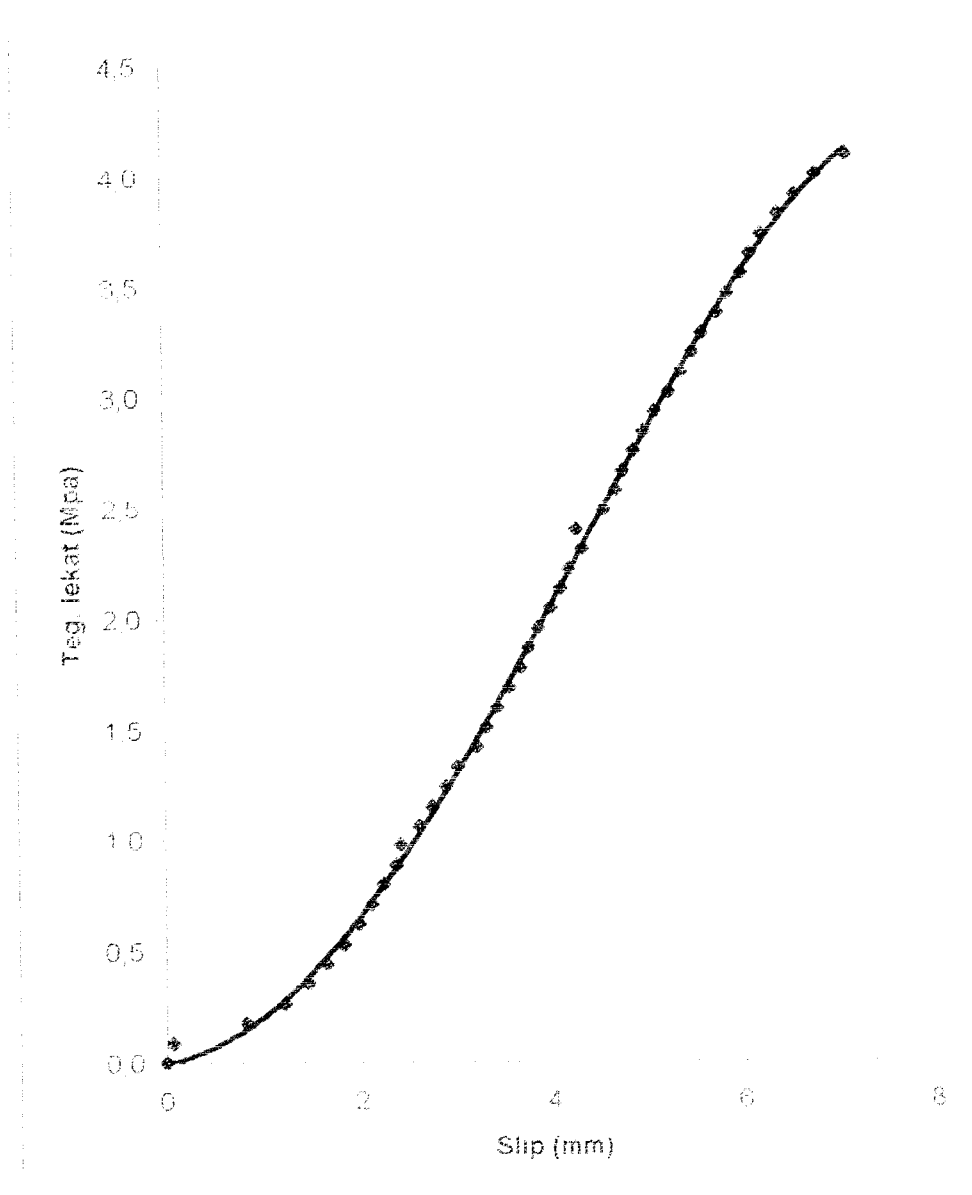
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (2) 19



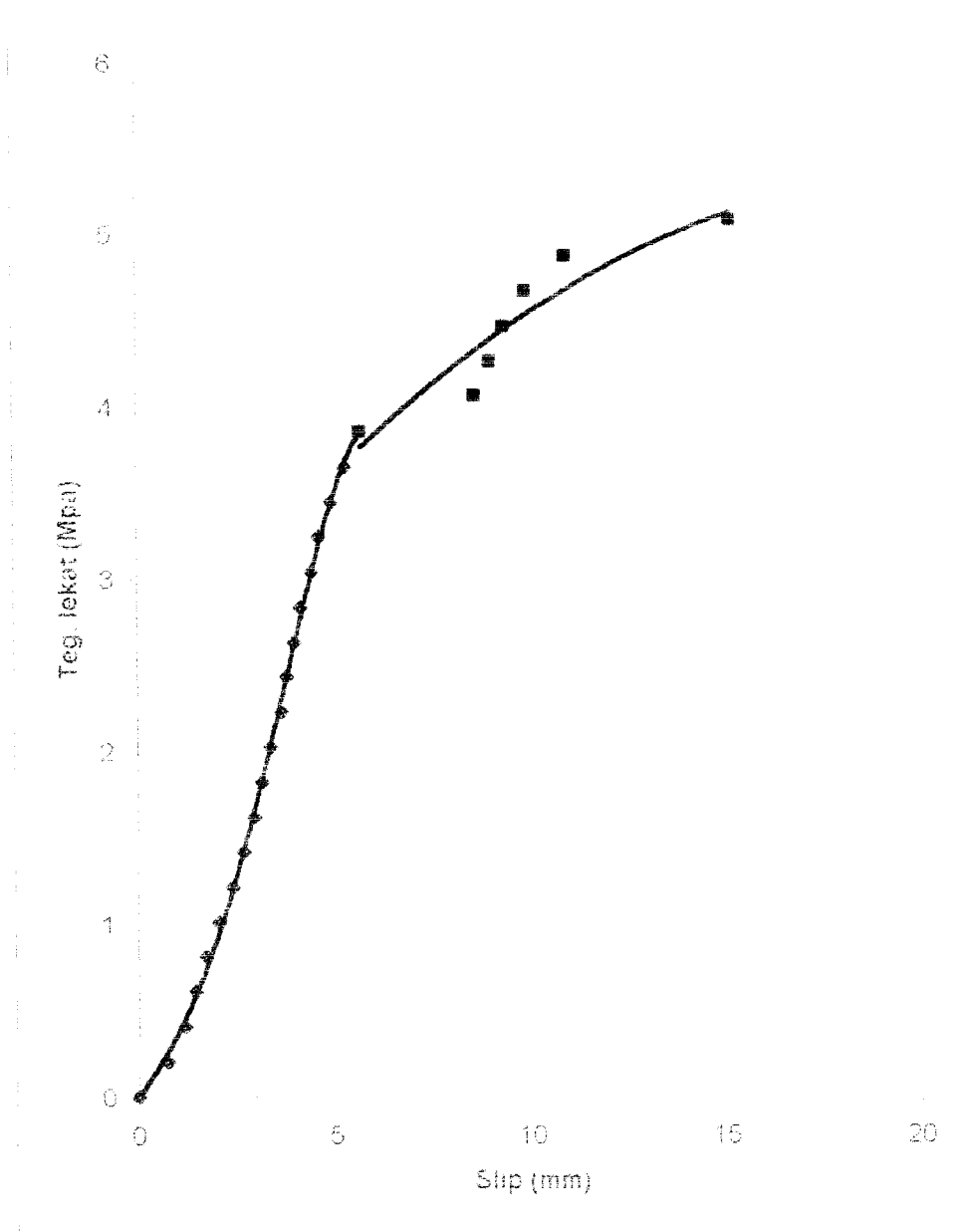
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (1) 22



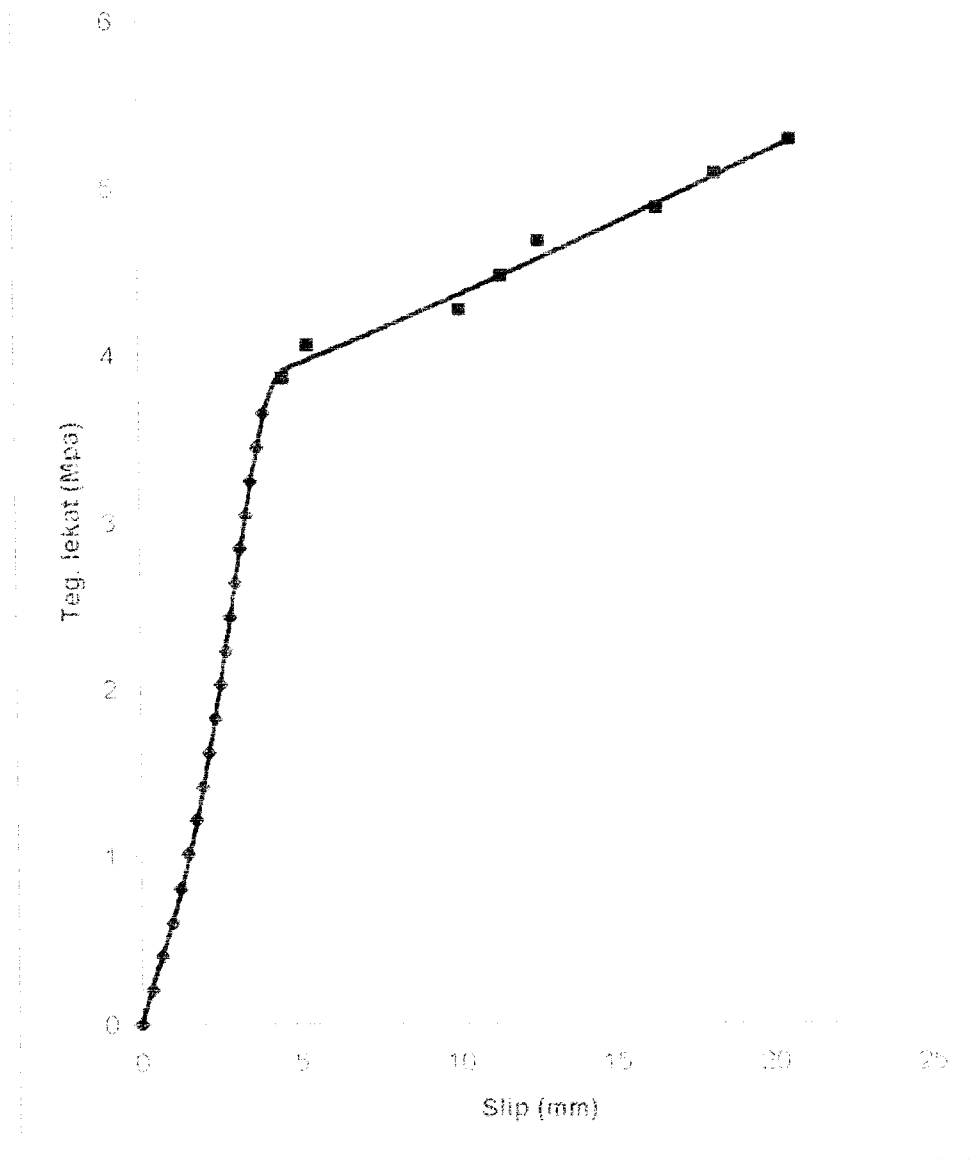
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TPL 4 (2) 22



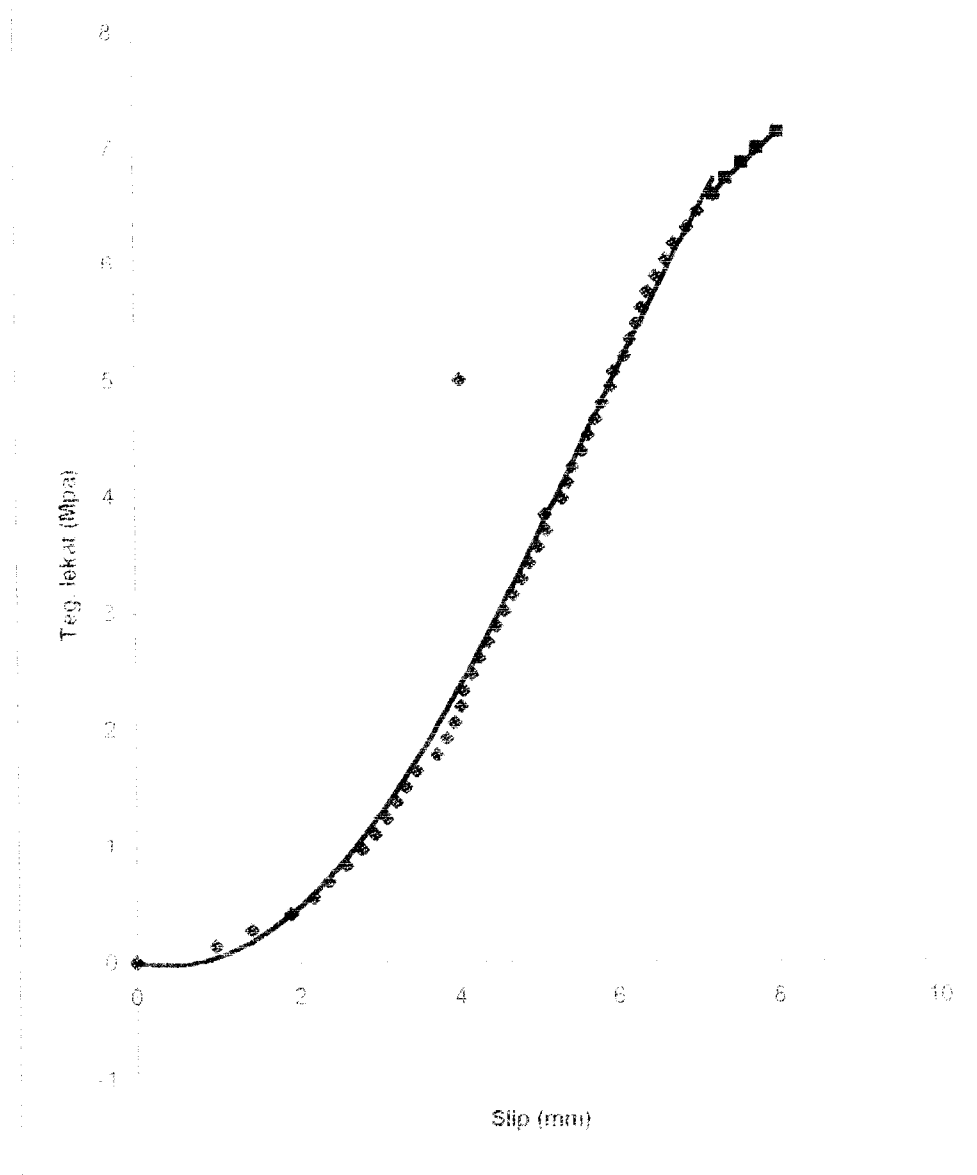
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (1) 13



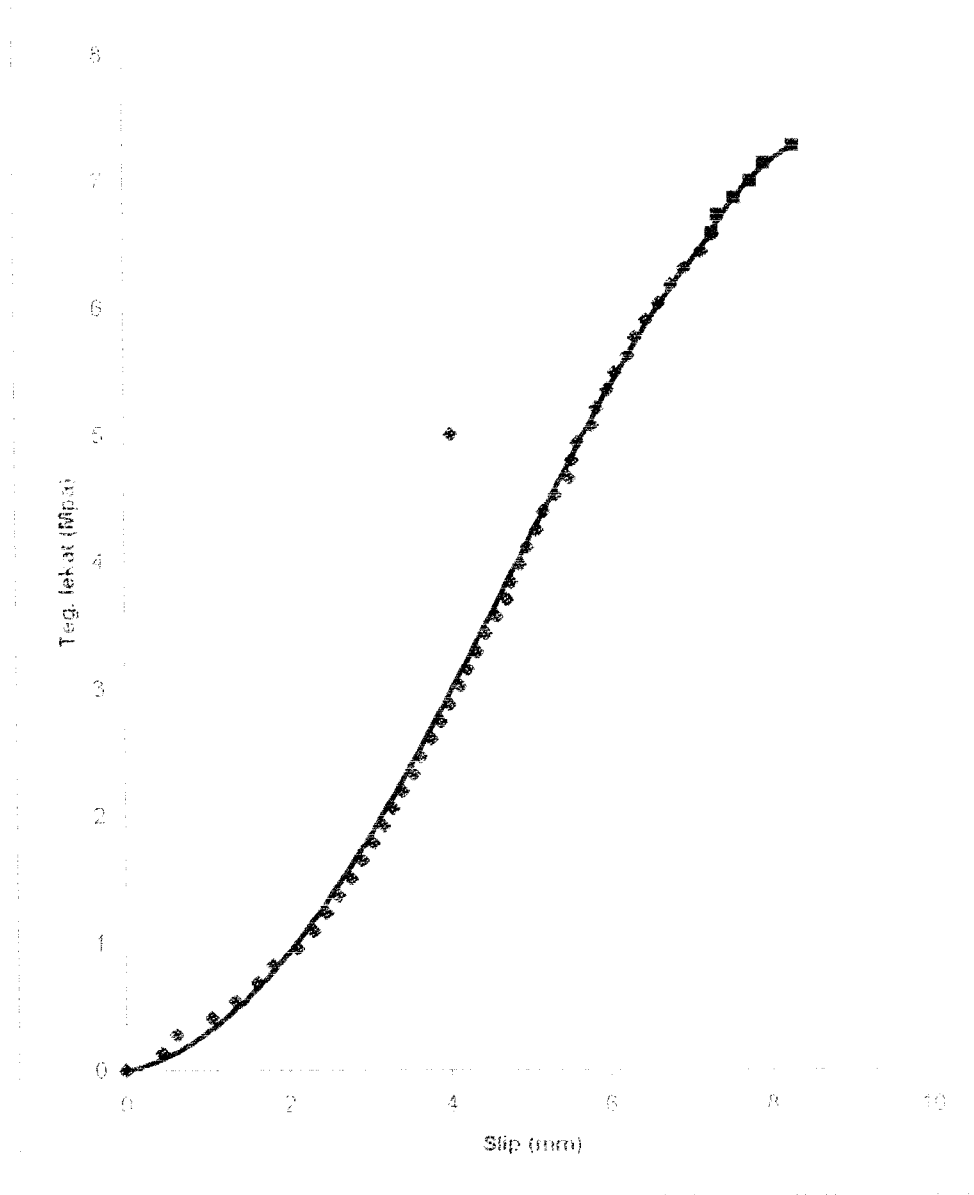
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (2) 13



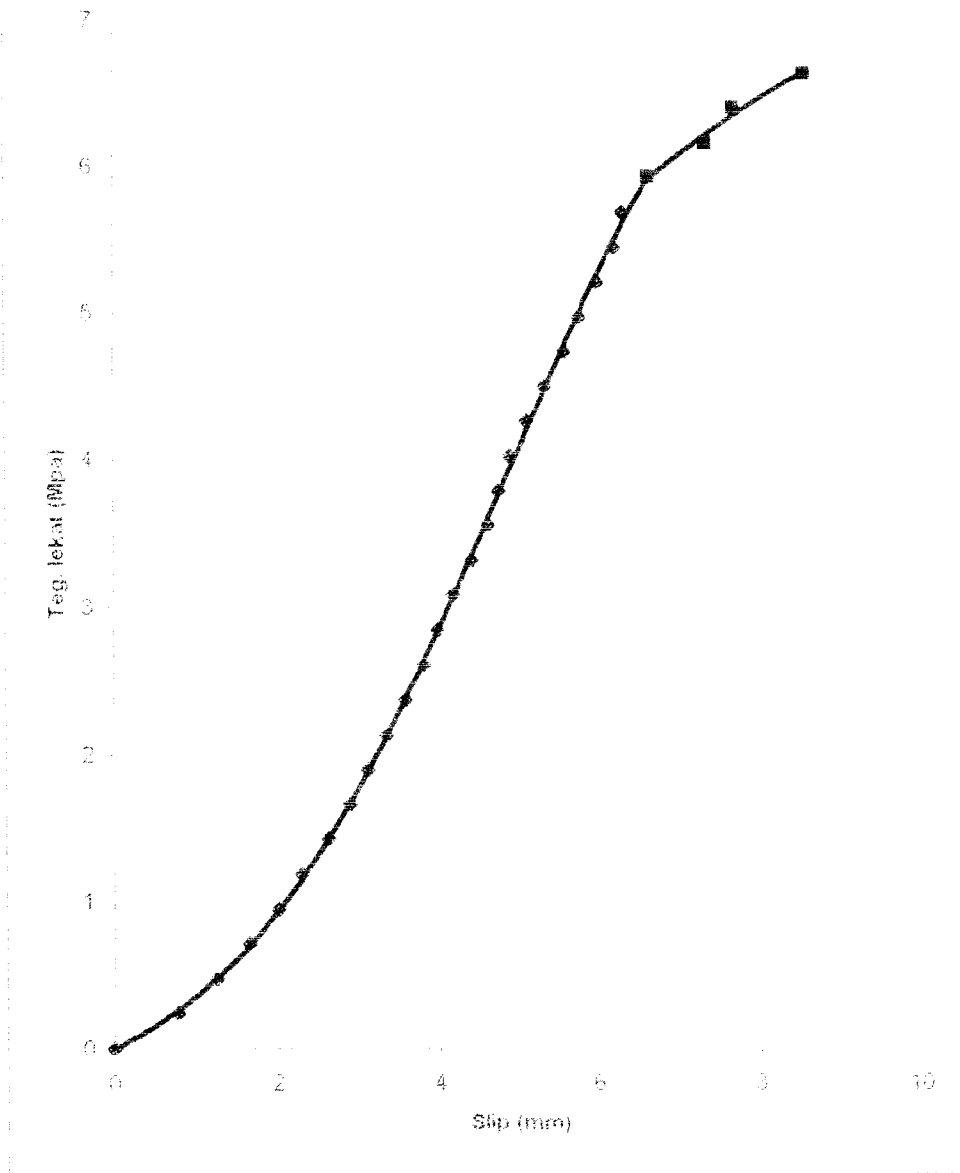
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (1) 19



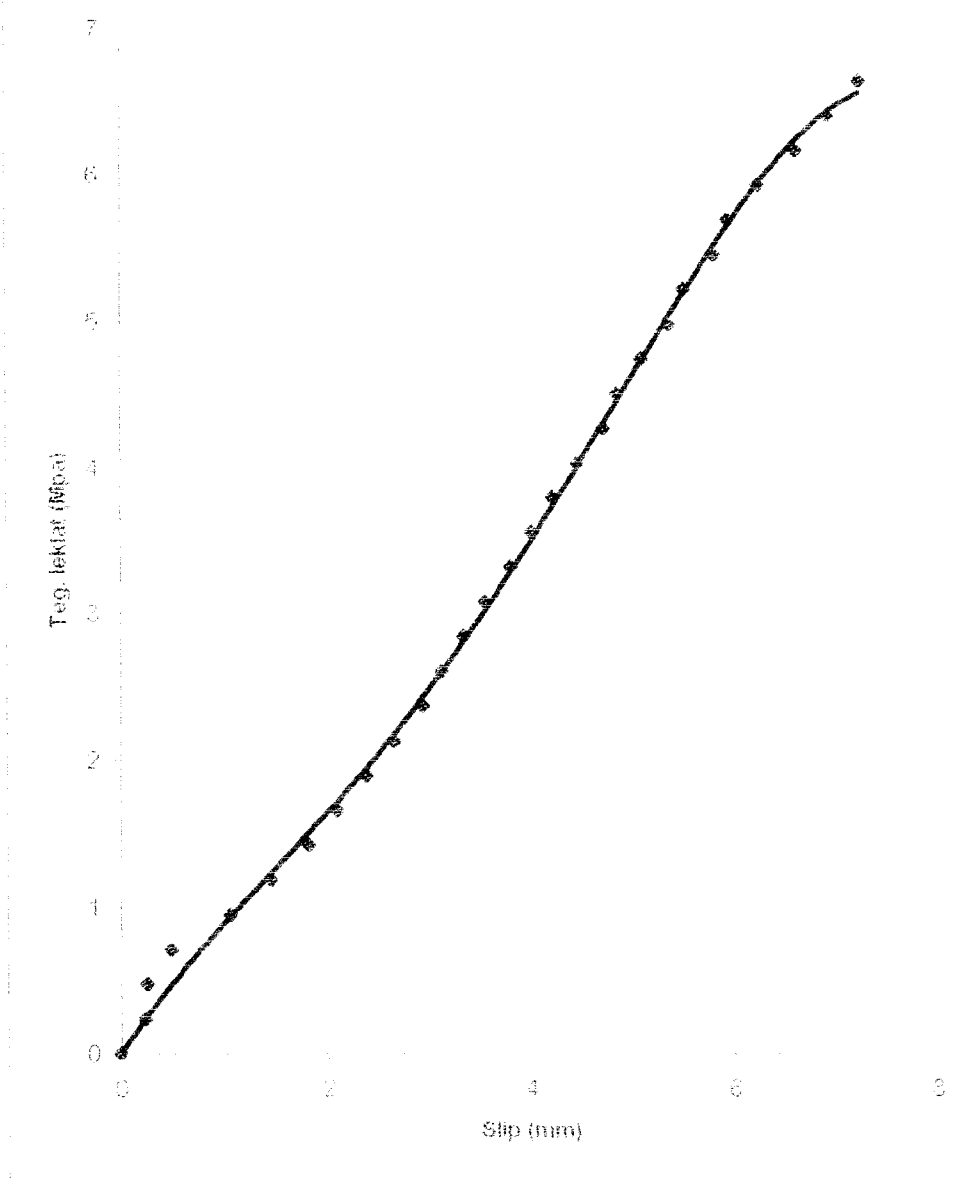
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (2) 19



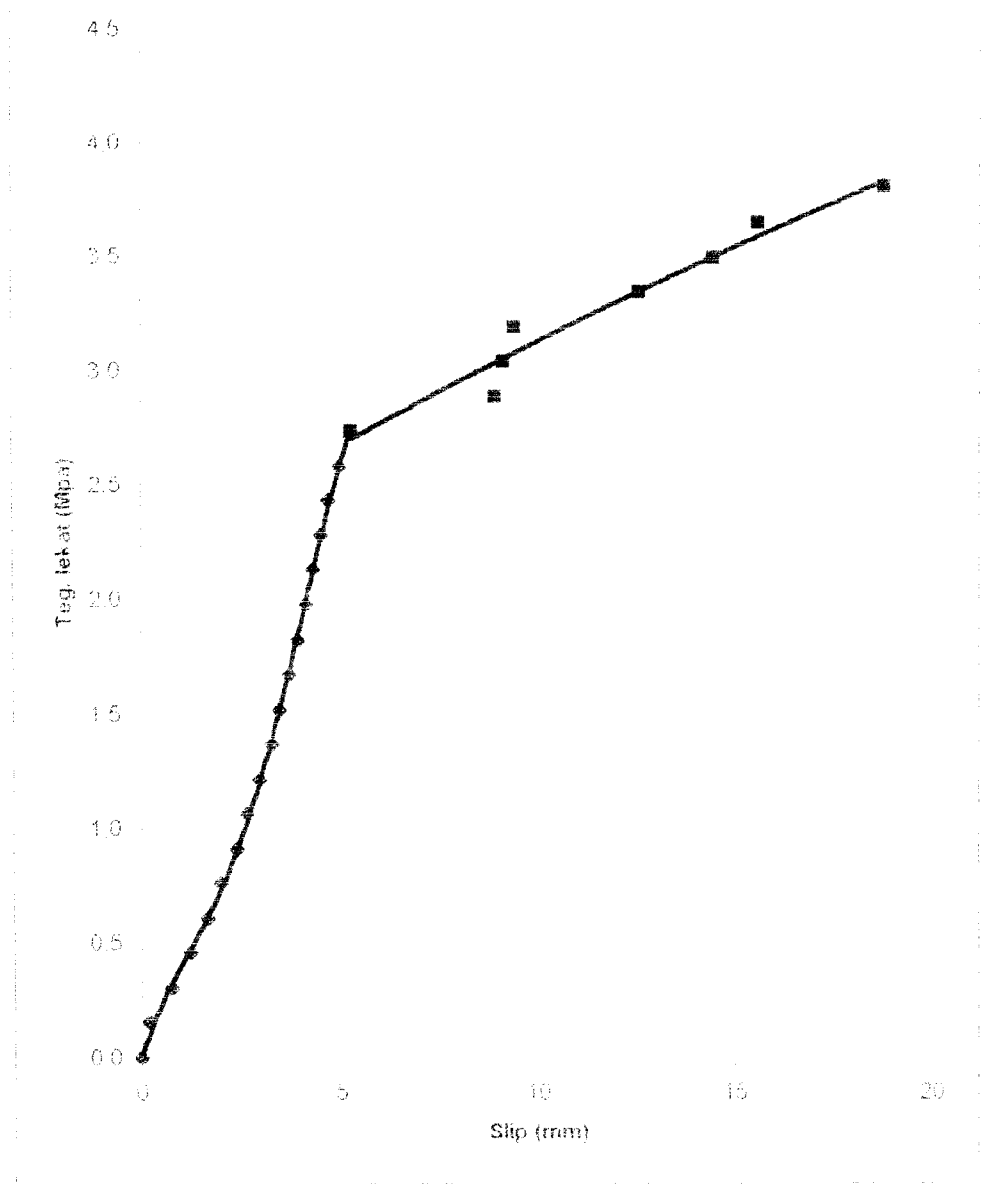
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (1) 22



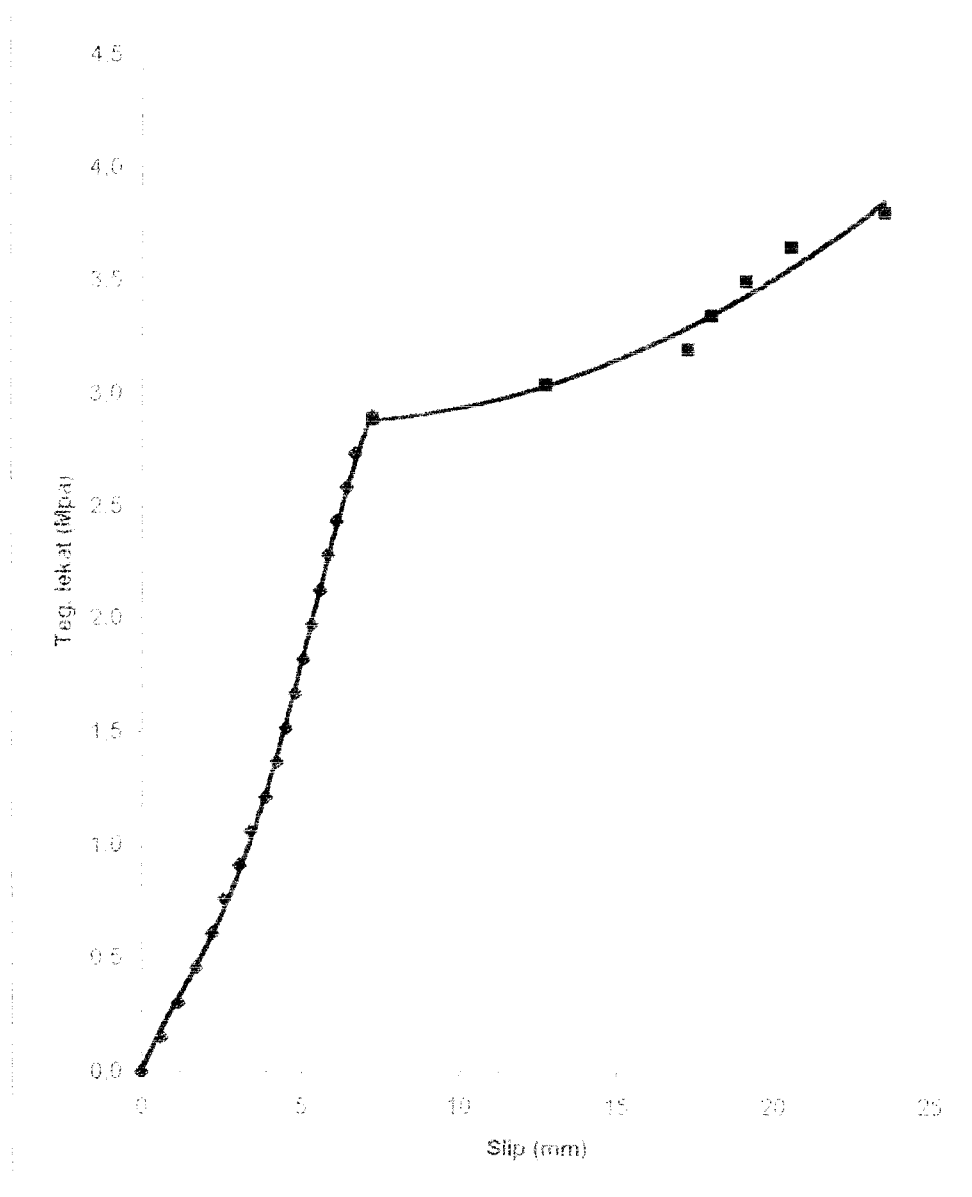
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 3 (2) 22



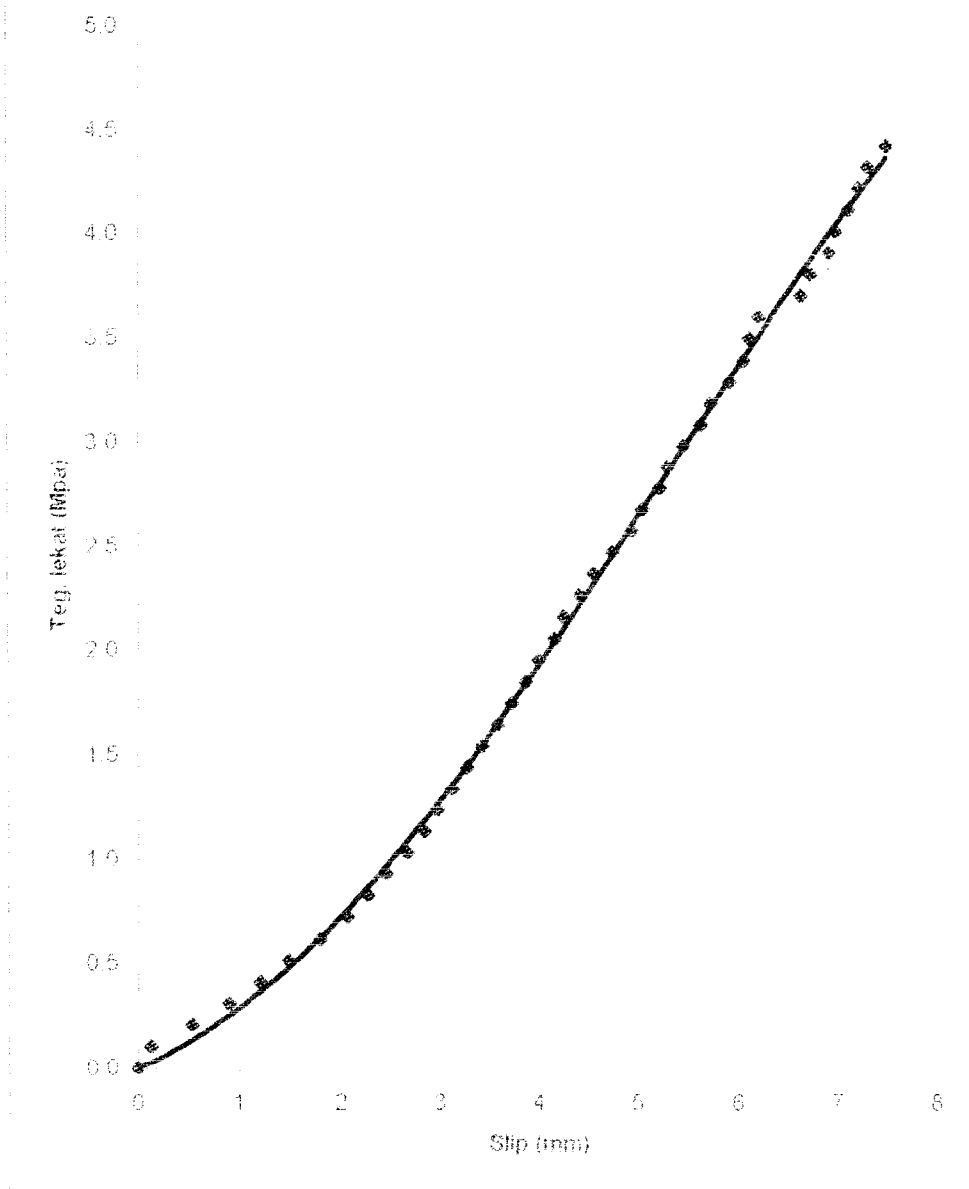
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (1) 13



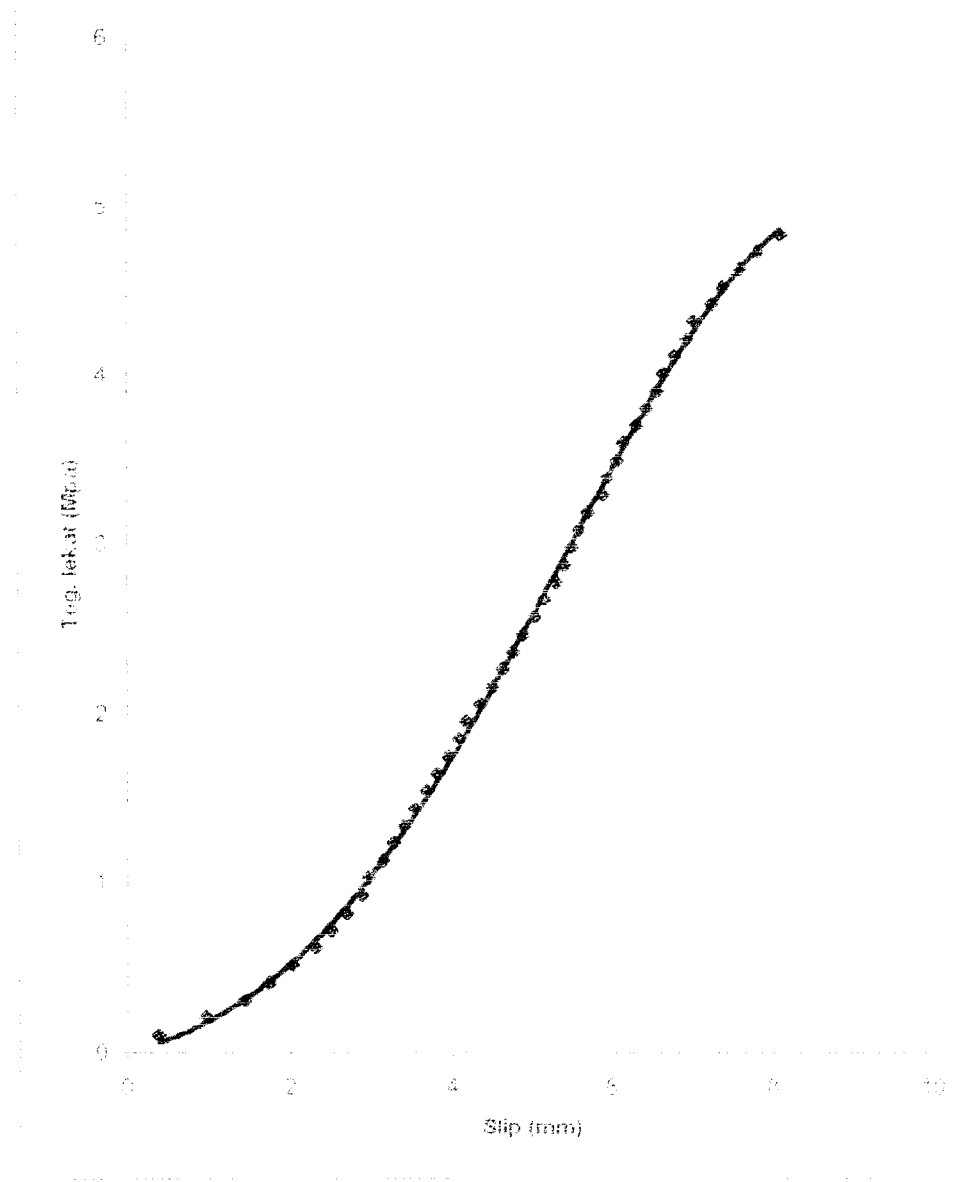
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (2) 13



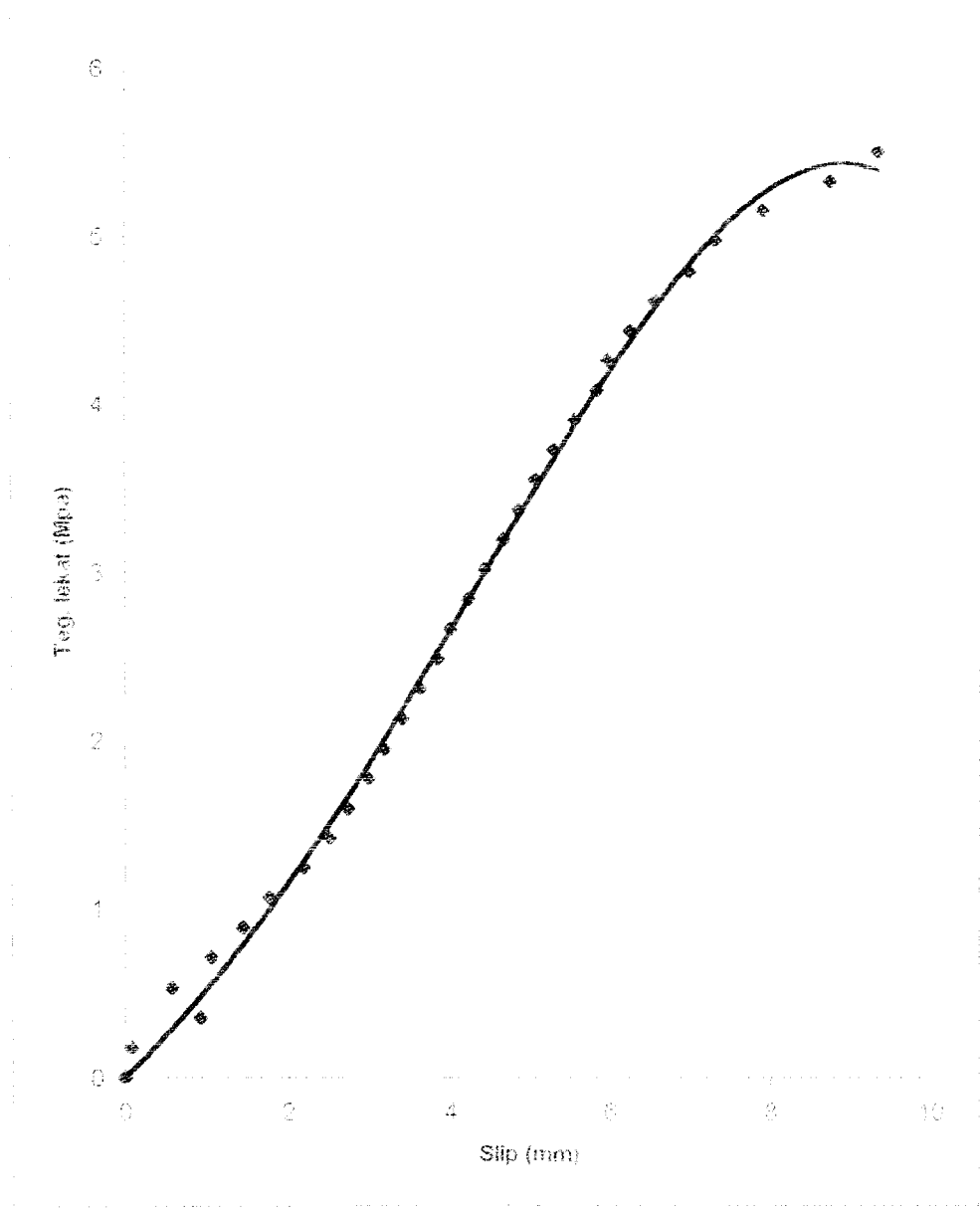
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (1) 19



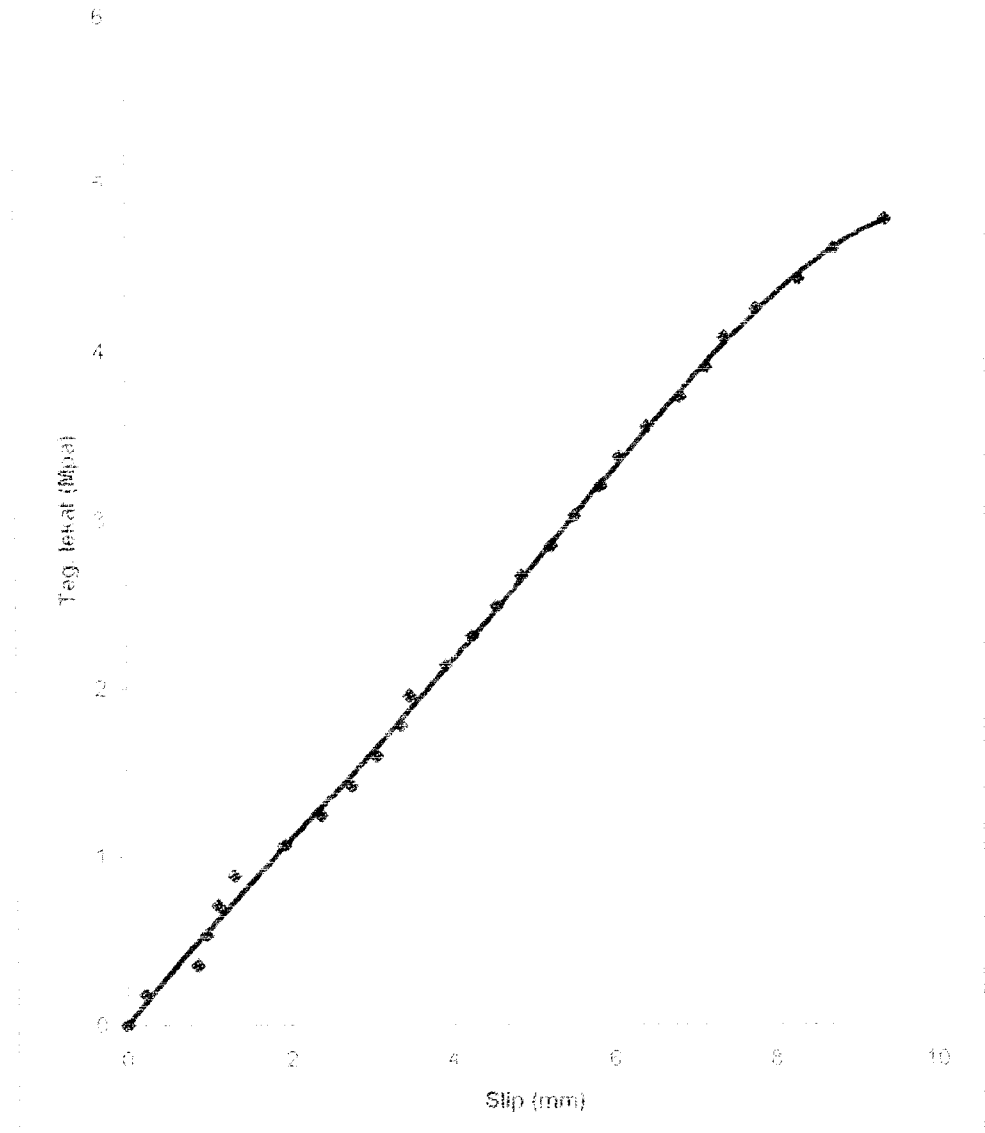
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (2) 19



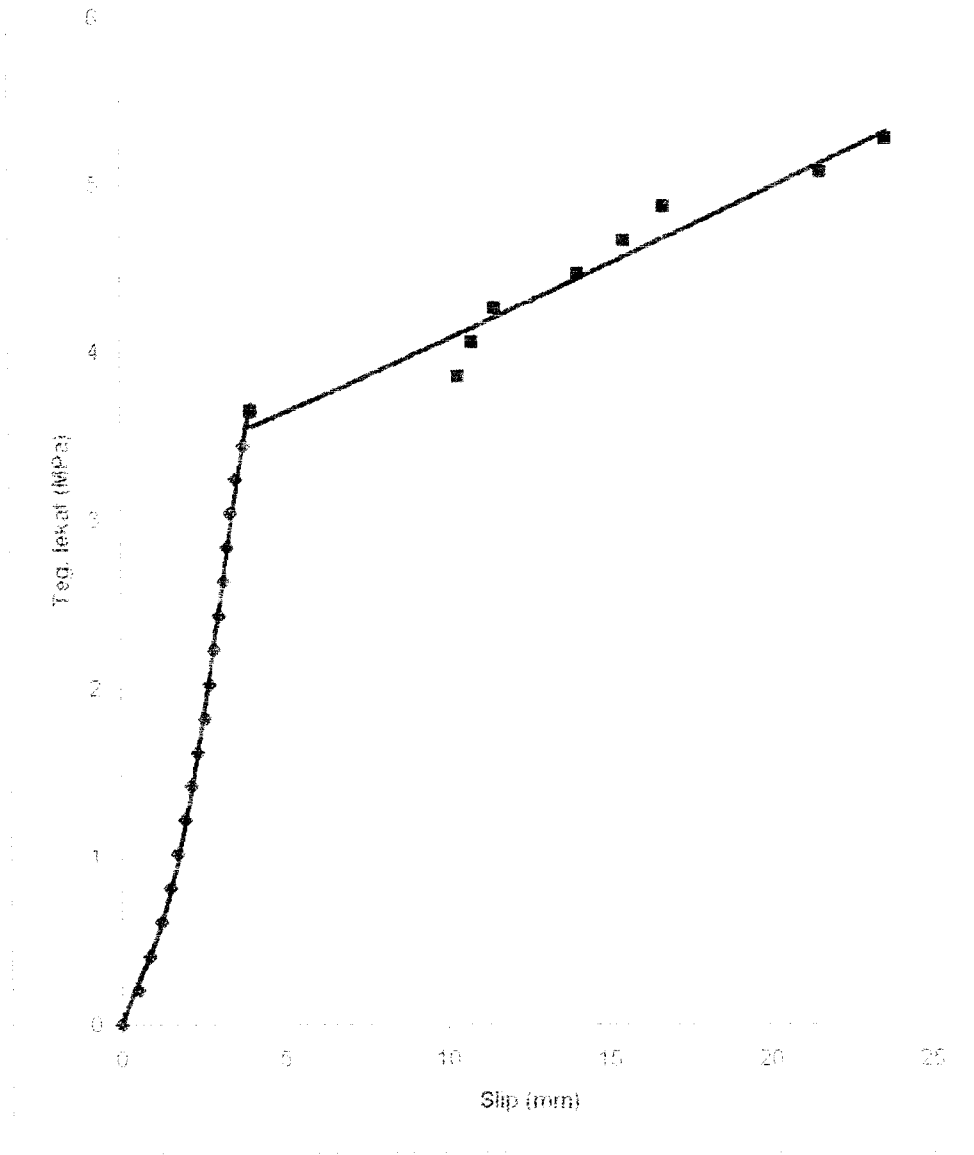
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (1) 22



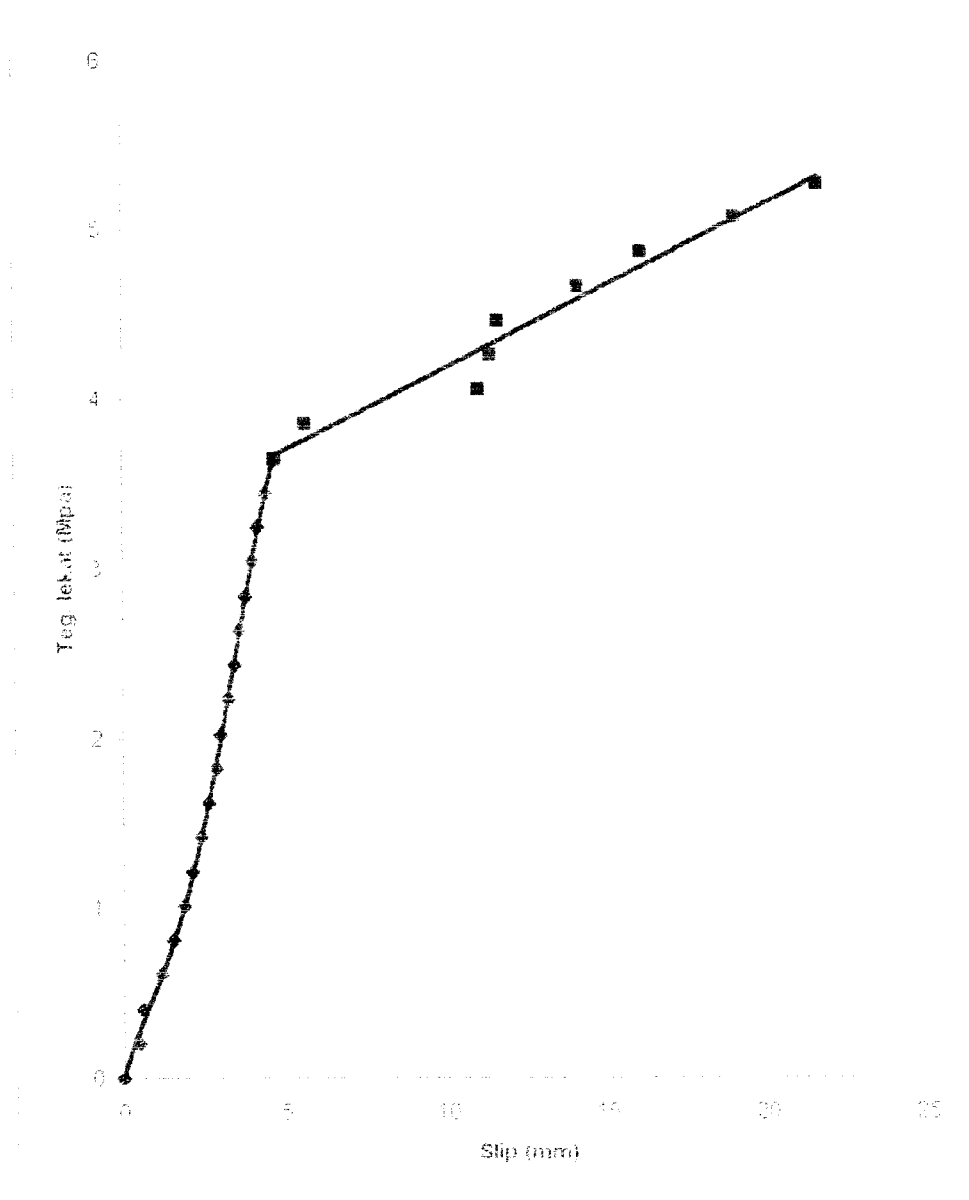
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TDL 4 (2) 22



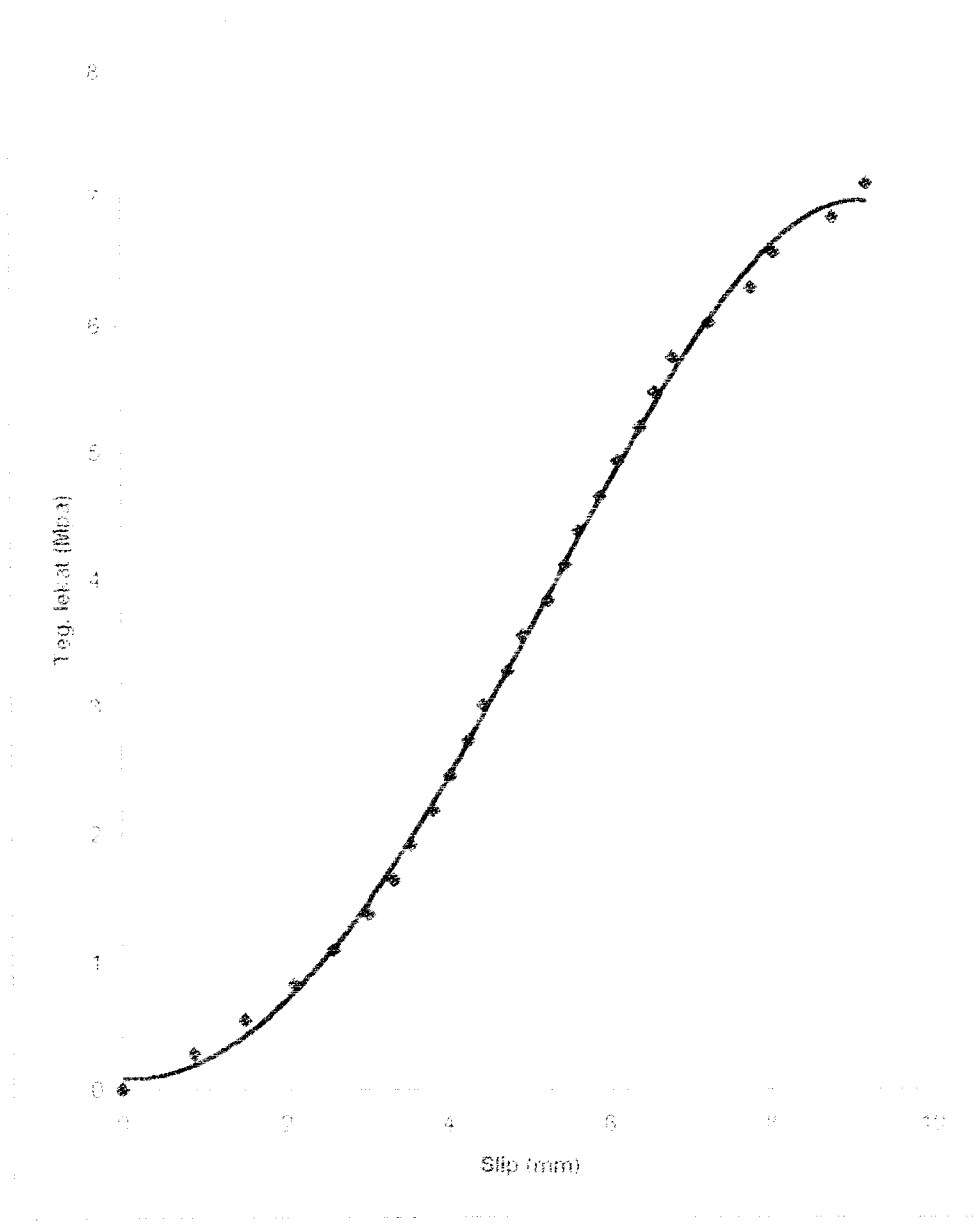
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 3 (1) 13



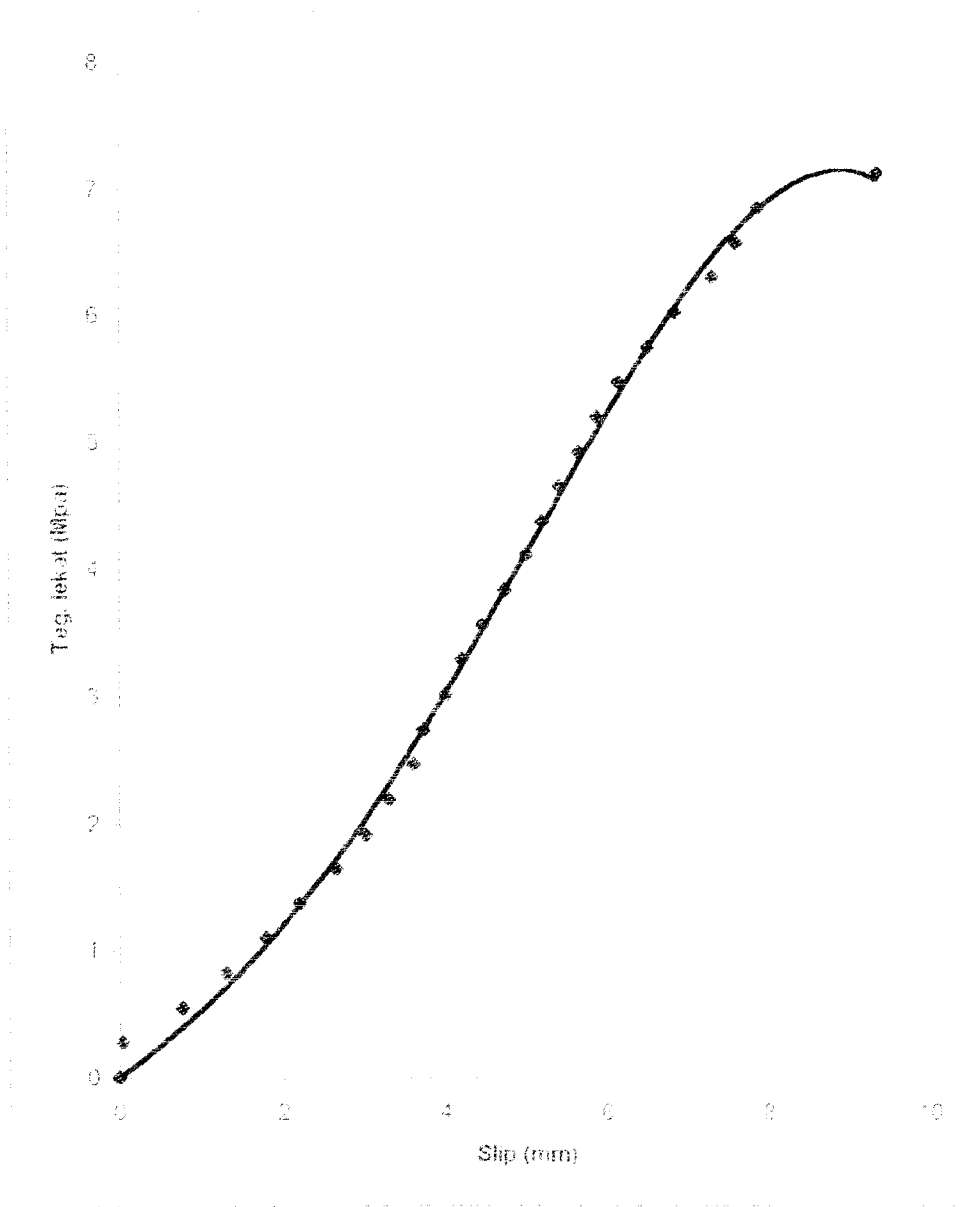
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 3 (2) 13



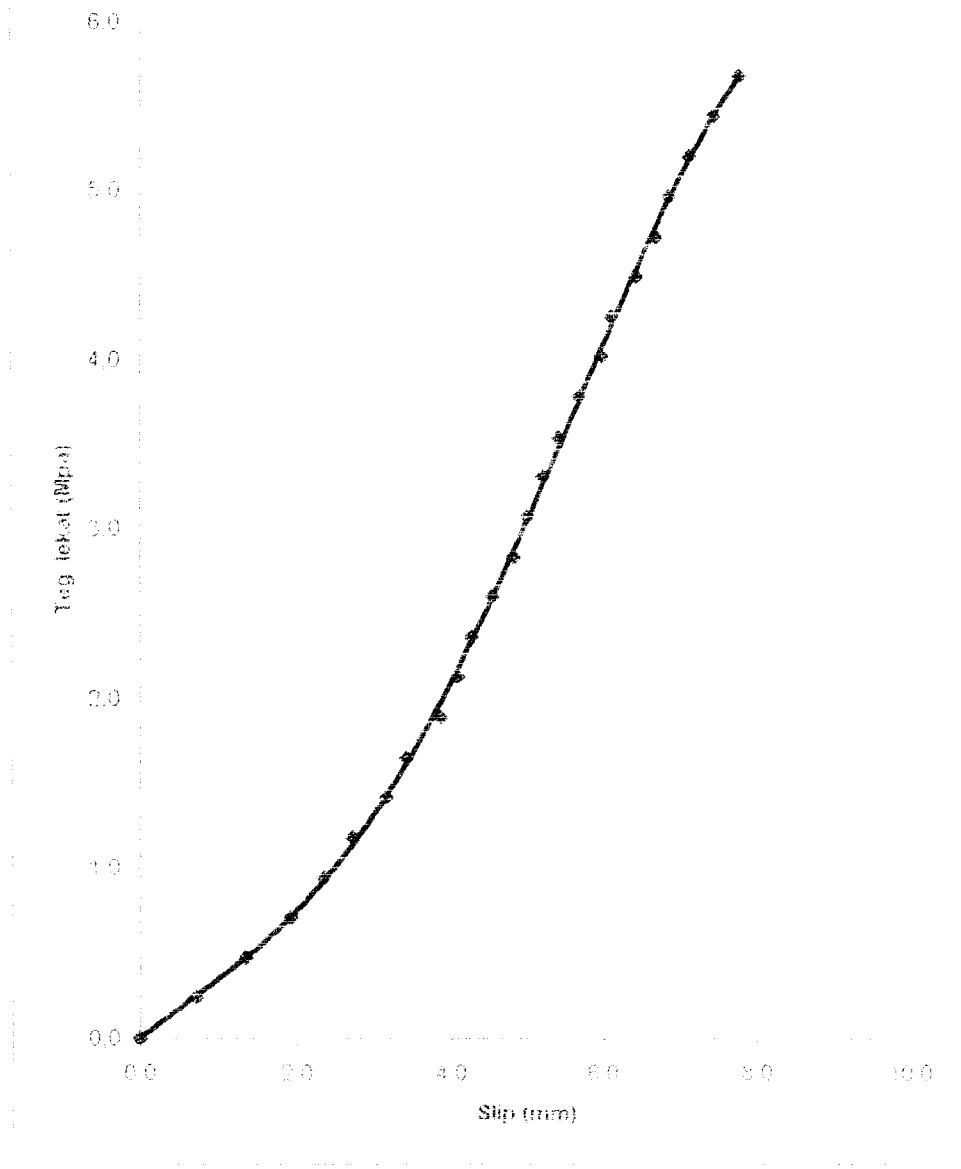
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 3 (1) 19



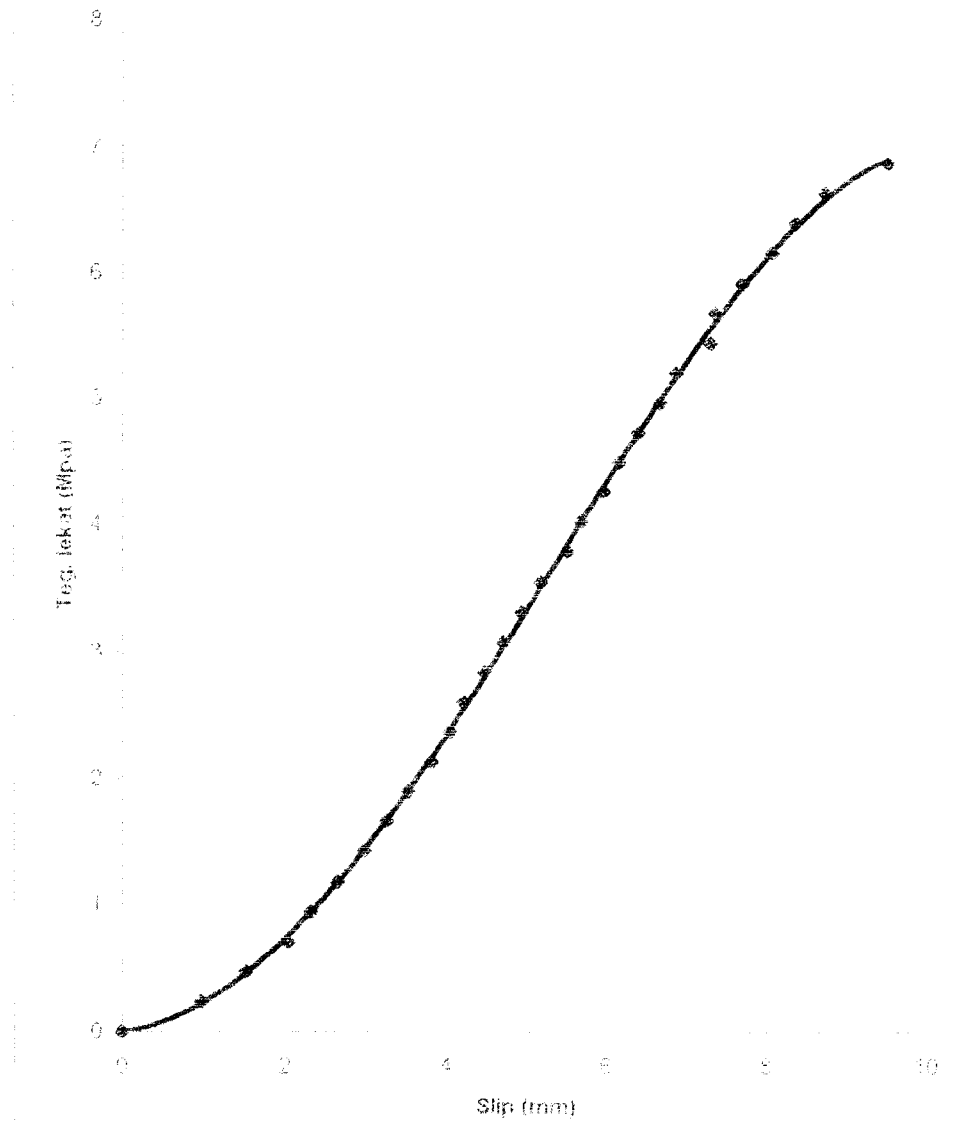
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 3 (2) 19



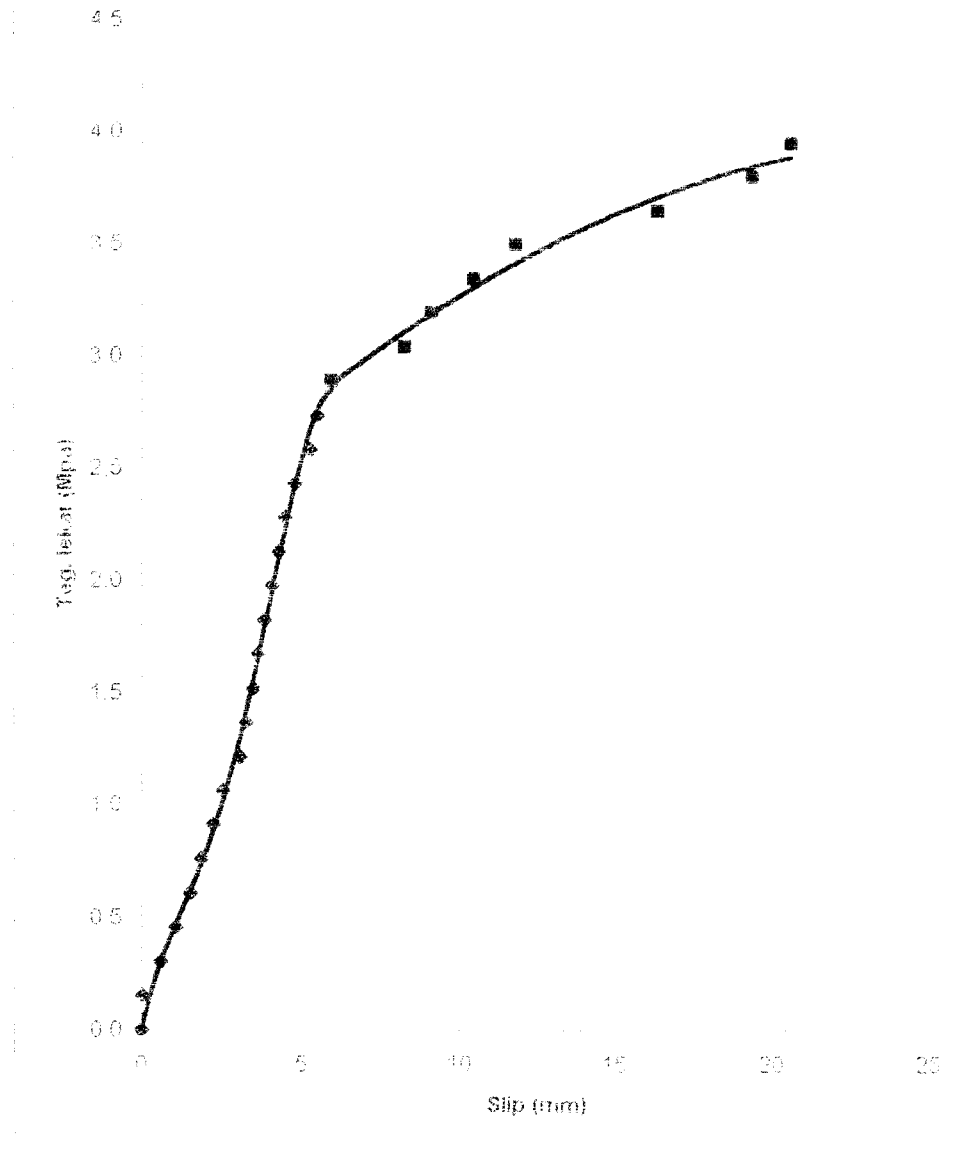
Grafik slip-tegangan tekat pull-out TD9 3 (1) 22



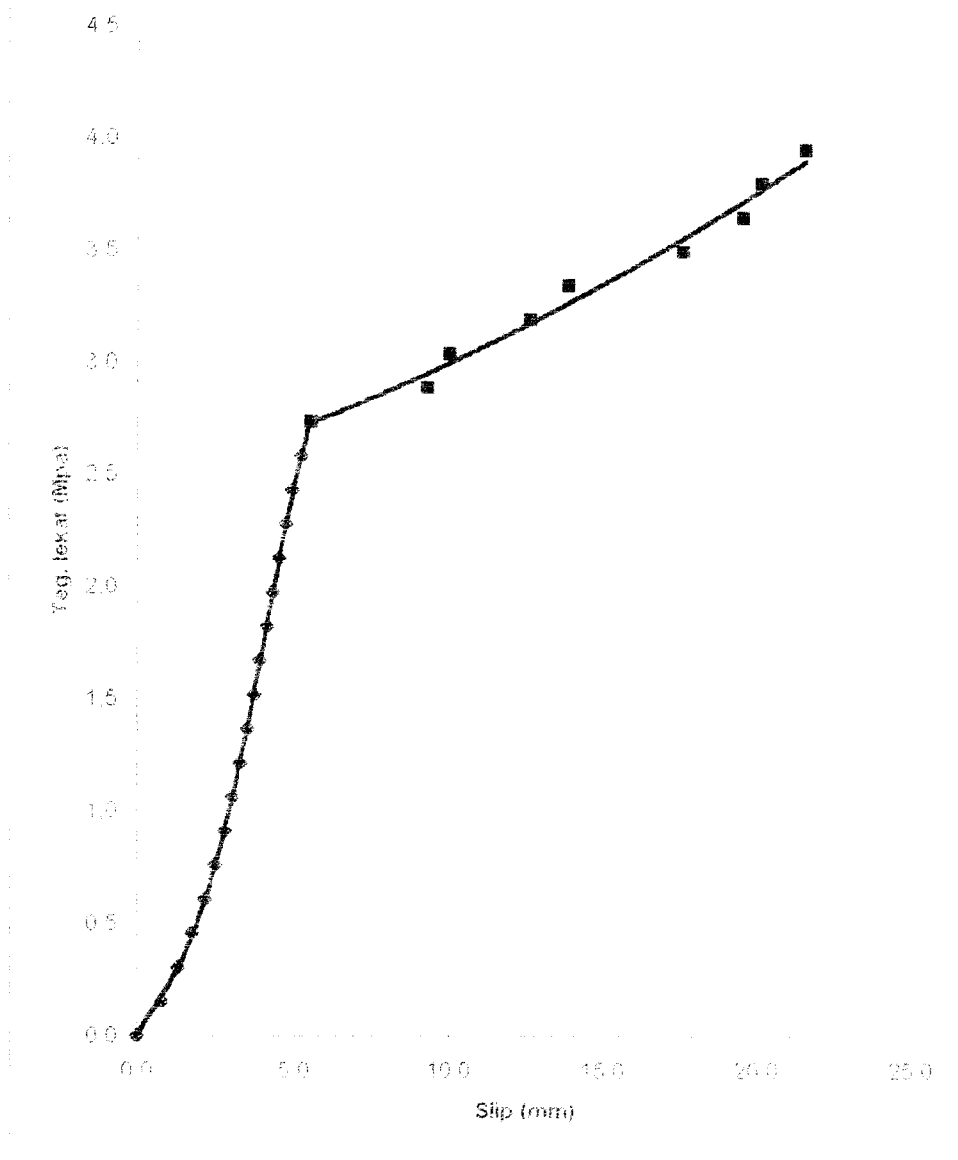
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 3 (2) 22



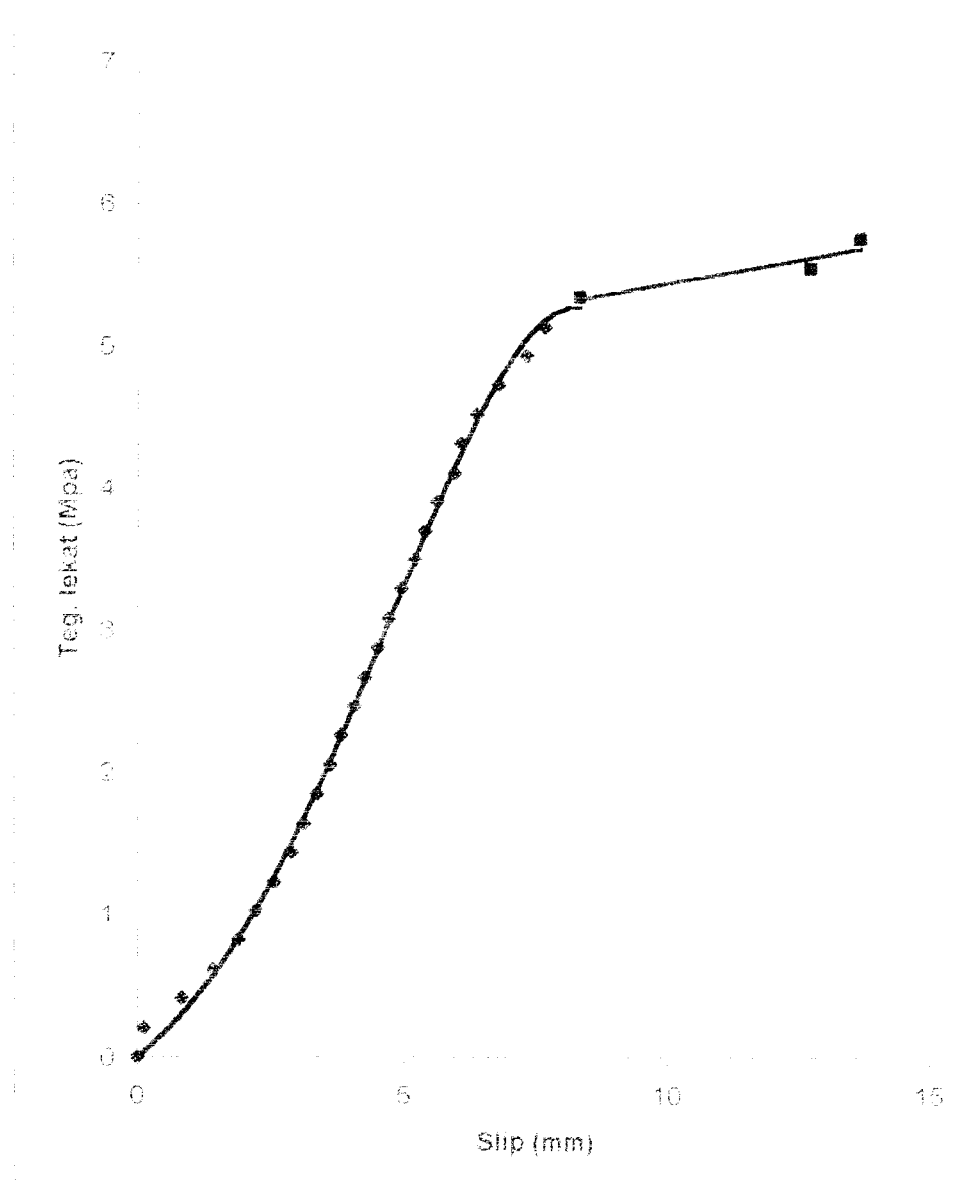
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (1) 13



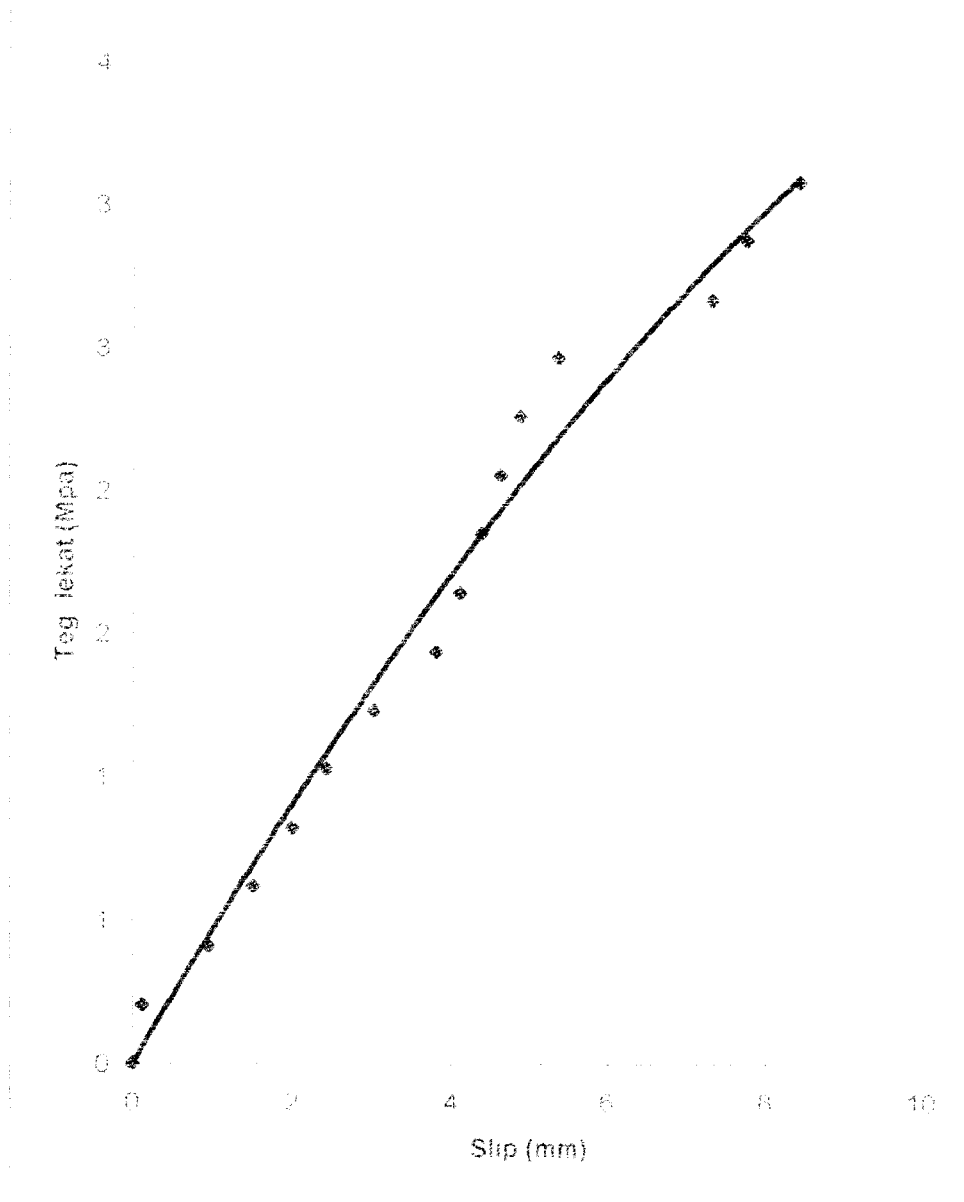
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (2) 13



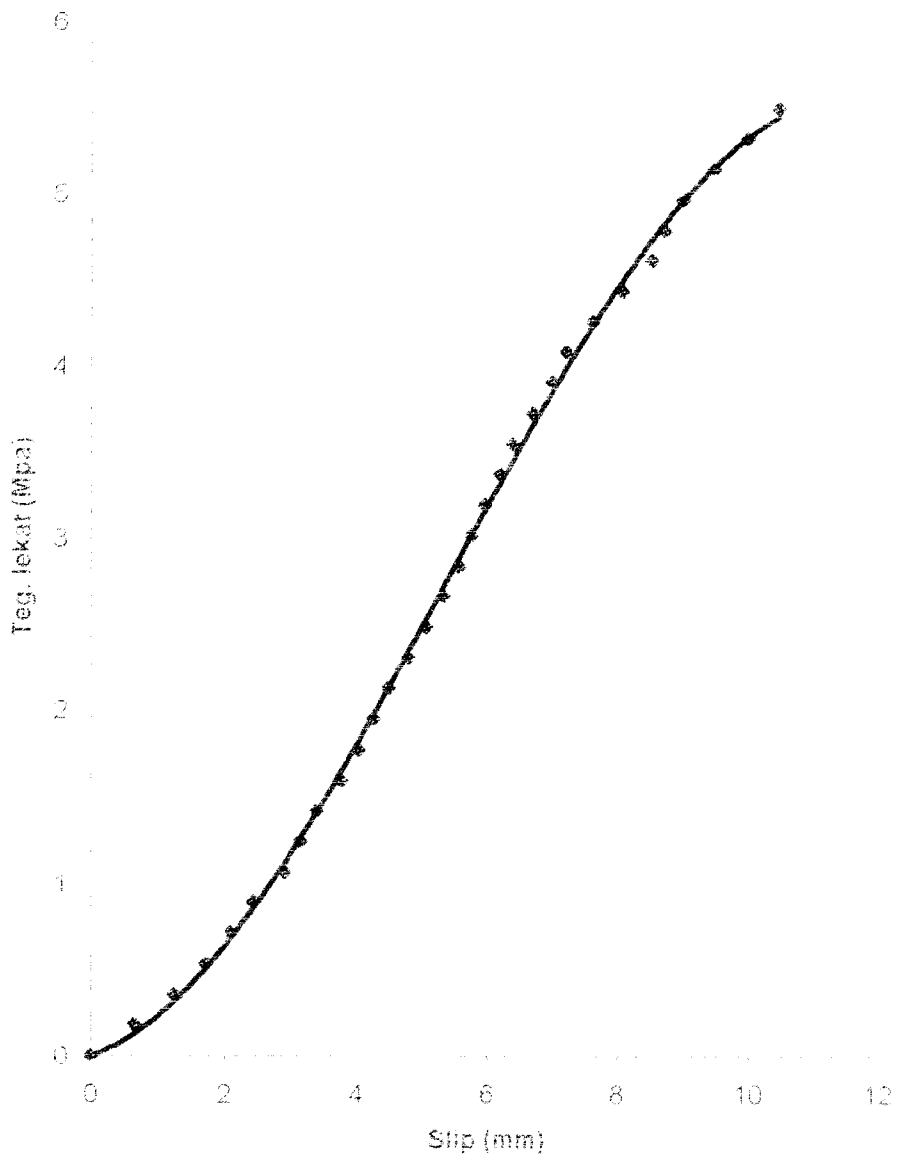
Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (1) 19



Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (2) 19



Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (1) 22



Grafik slip-tegangan lekat pull-out TD9 4 (2) 22

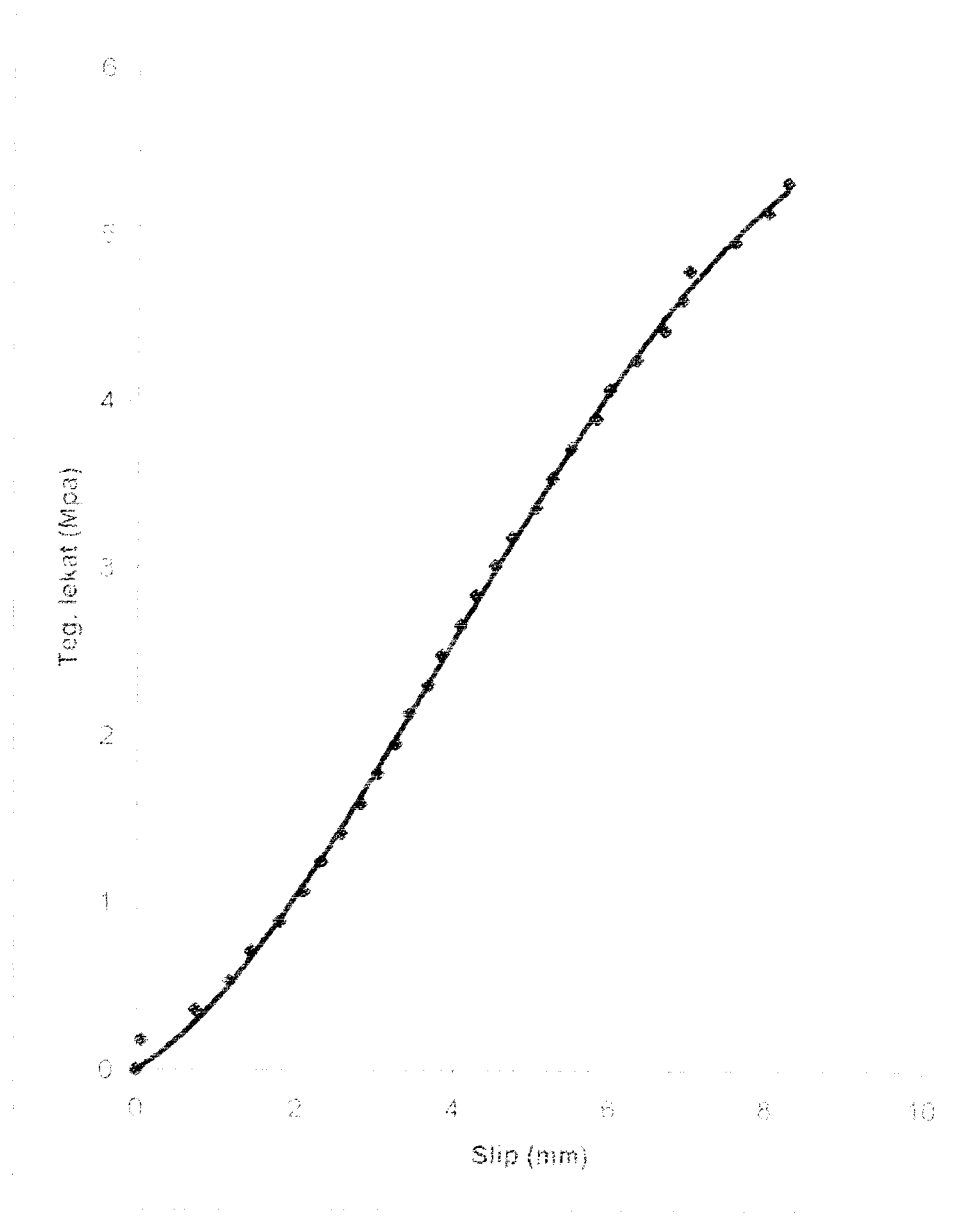
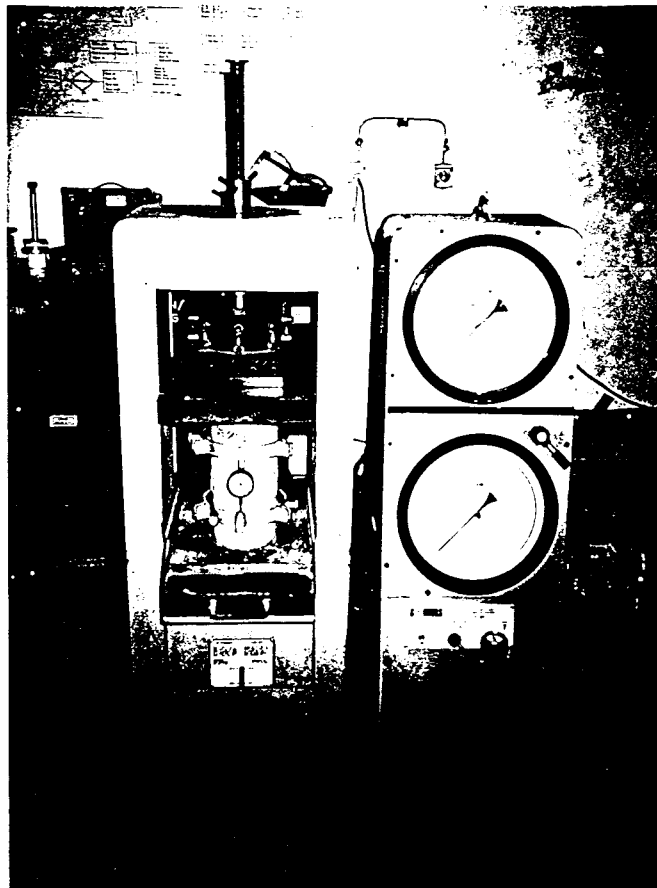


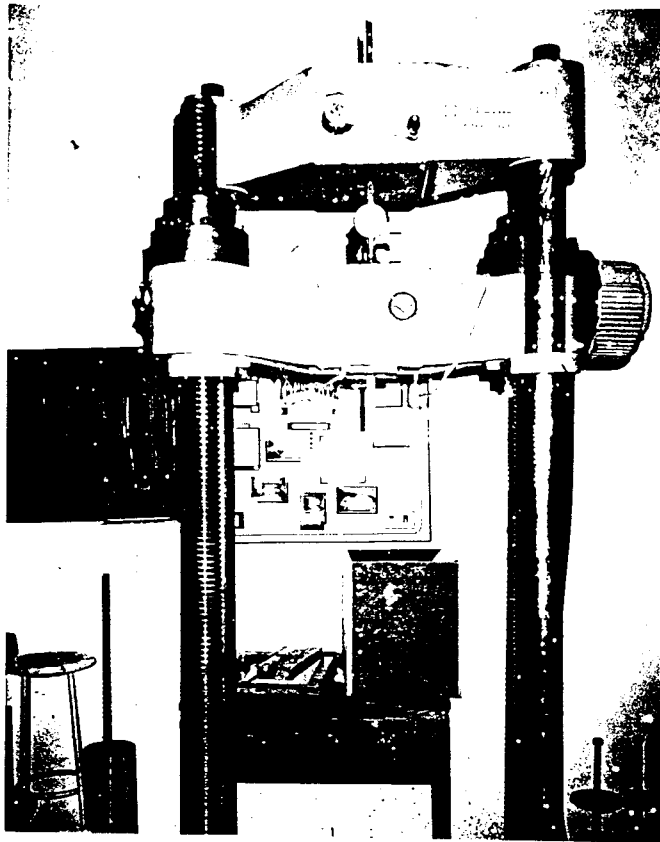
Foto Penelitian



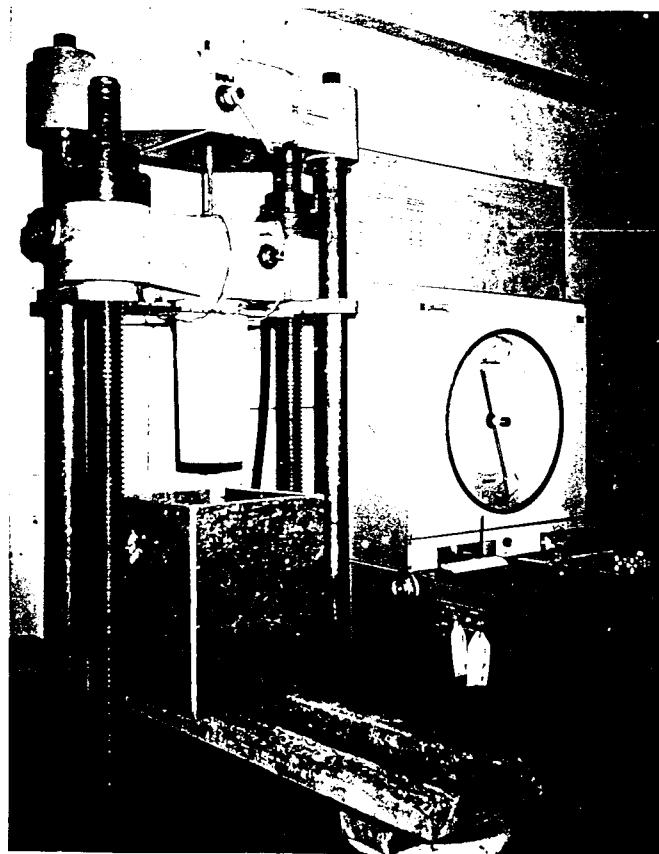
Gambar 1. Benda uji setelah masa perawatan 28 hari



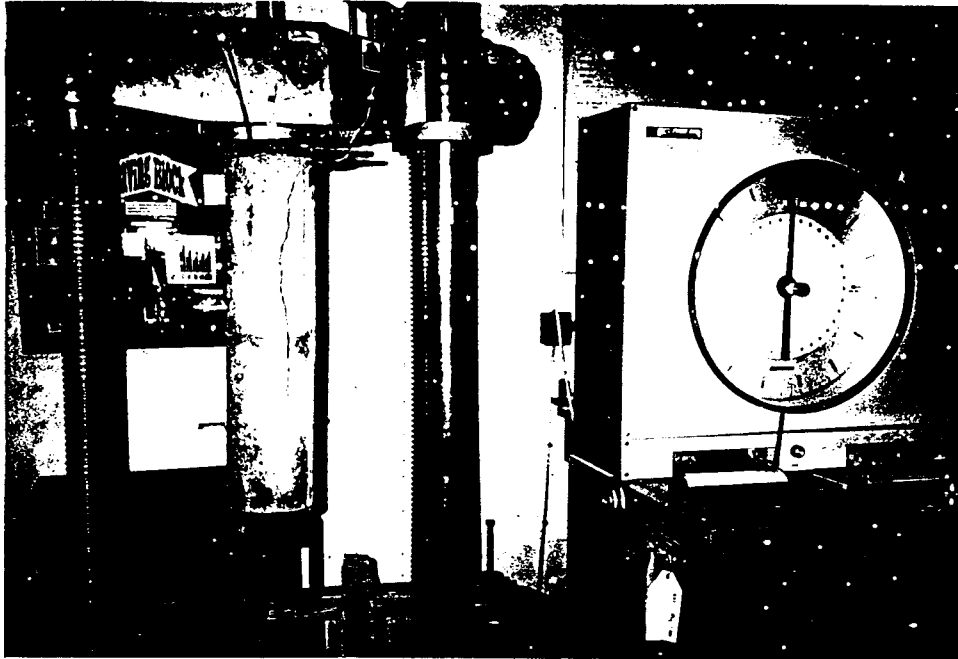
Gambar 2. Pengujian desak beton



Gambar 3. Pengujian tarik baja.



Gambar 4. Pengujian benda uji pull-out



Gambar 5. Benda uji pull-out setelah ditarik.



Gambar 6. Benda uji pull-out setelah pengujian.

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
1	RINA KURNIAWATI	95 310 289	STRUKTUR
2	WINARNI	96 310 232	STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR :

PERILAKU LEKATAN TULANGAN DEFORM PADA BETON SERAT BENDRAT

**PERIODE I : SEPTEMBER – FEBRUARI
TAHUN : 2000 / 2001**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

IR. FATKHURROHMANNIN, MT
IR. H. SUHARYATMO, MT



Yogyakarta, 09 Nop. 2000

di tangan,

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

Catatan :

Seminar : Selasa, 14 November 2000
Sidang : Jumat, 20 April 2001
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO.	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	12/11/00	terapkan Seminar	<i>[Signature]</i>
	20/2/2001	- gambar Haniz pendahuluan	
	24/2/2001	- Perbaiki	<i>[Signature]</i>
	29/3/01	ACC ditinjau	<i>[Signature]</i>
		Dapat mengajukan Sidang	<i>[Signature]</i> 16/04-2001
	29/5/01	ACC dapat ditinjau DPT	<i>[Signature]</i>
		21.10 ⁶ kg/cm ² 29.000 ksi 200.000 MPa.	
		Dilanjutkan Pendataan	<i>[Signature]</i> 23/05 2001