



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



Relatório

Identifikasaun *Tensile Strength of Reinforcement Steel Bar*

RELATÓRIU **IDENTIFIKASAUN *TENSILE STRENGTH OF REINFORCEMENT STEEL* BAR**

KAPÍTULU I - INTRODUSAUN GERAL

1.1 Introdusaun

Kna'ar prinsipal ADN, I.P. haktuir Dekretu Lei No. 60/2020, atu avalia projetu liu husi verifikasaun kustu-benefisiu, monitoriza no kontrola obra konstrusaun sivil ne'ebé finansiadu husi orsamentu jeral estado (OJE). Baseia ba deketu lei refere iha Artigu 23º ADN, I.P. mós estabeselese unidade foun, Unidade de Estudos e Desenvolvimento de Competências (UEDC) ne'ebé responsável ba estudu no investigasaun ba obras konstrusaun sivil nomós desenvolve formasaun no kapasitasaun professional iha area infraestruturas. Nudar Instituisaun Publiku, ADN mai ho nia papel atu kontrola no halo inspeksaun ba projetu sira iha area insfraestrutura tamba ne'e, importante tebes atu hatene no identifika qualidade material konstrusaun sira ne'ebé uza ba ptojetu implementadu sira.

Material konstrusaun hirak ne'ebé normalmente utiliza hodi halo obras sira maka hanesan: Rai Henek, Fatuk, Simenti, Besi, Ai, Kalen, Bloku no seluk tan. Maibe iha aktividade ida ne'e sei identifika qualidade material konstrusaun Besi Beton ou iha lian ingles konhesidu ho naran *Reinforcement Steel Bar* ne'ebé komum liu uza ba iha obras konstrusaun sivil sira.

Steel ou Besi sai nudar material universal ne'ebé ita uza iha ita nia moris loron-loron. material ida ne'e signifikante tebes ne'ebé aplika iha aspektu oin-oin, hahu husi material ka utensíliu hán nian, eletrodoméstiku sira, transportasaun, (**Sarmento, 2022**) obras konstrusaun sivil no seluk tan. Ho ida ne'e Besi nia aplikasaun luan tebes, maibe aktividade ida ne'e sei limita atu identifika deit qualidade tipu Besi Beton.

Identifikasaun ba Besi Beton hanesan obrigasaun ida hodi evita estrutura hetan fadiga ka falha no material ida ne'e nia qualidade esensial tebes hodi suporta no hasa'e rezultadu obras ne'ebé maka diak. Importánsia husi qualidade material konstrusaun ida ne'e maka garantia fator sira hanesan durabilidade, efisiénsia kustu, seguransa no sustentabilidade (**Sarmento, 2022**). Ho razaun refere presiza tebes fo atensaun ba Besi Beton nia qualidade hanesan atributu kuantifikável ne'ebé importante atu determina nia abilidade hodi performa tuir nia papel ne'ebé projetada ona.

Determinasaun ba kualidade, karakterístika no propriedade Besi Beton, matenek nain husi nasaun idak-idak hamosu sira nia padraun ka estandarizasaun maka hanesan American Society for Testing & Materials (ASTM) Standard, Standar Nasional Indonesia (SNI), Japan International Standard (JIS), British Standard (BS) no seluk tan, hodi bele fornese rekeзитus, espesifikasaun, diresaun ka karakterístika sira ne'ebé bele uza ho forma konsistente atu garantia katak material, produту, prosesu no performa sira bele lao tuir ninian funsaun ka papel. Tuir survey ekipa UEDC halo, Besi beton ne'ebé fa'an iha merkadu Timor-Leste iha tipu rua maka hanesan: Besi beton Polos iha lian ingles konhesidu ho naran *plain bar* no Besi beton Ulir iha lian ingles konhesidu ho naran *deformed bar* no tipu Besi beton rua refere kompostu husi medida oin-oin, hahu husi diamentru 6 mm to'o 32 mm. Infelizmente iha aktividade ida ne'e sei identifika medida besi beton husi diamentru 10mm to'o diamentru 22mm.

Papel prinsipal utilizaun Besi beton iha obras konstrusaun sivil maka atu bele halo resistensia ba *tensile strength* ka familiar liu iha lian Indonesia ho naran *Kuat Tarik* hodi haforsa no suporta konkretu, ho razaun katak konkretu mesak deit la suficiente hodi fó estabilidade, rezisténsia no durabilidade ba konstrusaun ida.

Maioriamente material Besi beton hetan importasaun liu husi nasaun liur hanesan Indonesia, China, no Australia. Ho aumenta kompetisaun produsaun Besi beton iha merkadu mundu nian tuir demanda obras ne'ebé iha ho kustu baratu, hamosu diversifikasaun no produту falsu sira ho marka ne'ebé hanesan. Ida ne'e krusial tebes ba Timor-Leste tamba nasaun ida ne'e rasik seidauk iha padraun ba kualidade material konstrusaun sira, nune mós ministeriu, agencia ka instituisaun relevante sira la halo monitorizasaun ka inspeksaun regular iha merkadu. Ho razaun refere aktividade ida ne'e sei identifika kualidade Besi beton, liu husi identifikaun *tensile strength (TS)*.

1.2 Formulasau problemátika

Relasiona ho deklarasaun hirak ne'ebé mensiona iha leten, problema identifikadu sira maka hanesan:

- Kompradór no Konsumidór la hatene no la kompriende material nia espesifikasaun.
- Loja nain ou distribuidór sira fa'an produту kahur husi forneseidór oin-oin.

- Seidauk iha padraun ka polisia ne'ebé kabe ba qualidade material konstrusaun importasaun.
- Menus kontrola husi instituisaun relevante sira ba qualidade material konstrusaun iha merkadu Timor-Leste.

1.3 Limitasaun problemátika

Iha peskiza ida ne'e sei limita deit ba:

- Identifika *tensile strength* husi tipu rua Besi Beton nian maka hanesan Besi beton Polos no Besi beton Ulir husi medida diámetru 10mm to'o 22mm.
- Identifika espesifikasaun Besi beton ka kódigu kada Besi beton ne'ebé fornese husi Loja A, Loja B no Loja C.

1.4 Objetivu peskiza

1.4.1 Objetivu jeral

Objetivu jeral husi aktividade ida ne'e maka:

- Identifika *tensile strength* husi tipu rua Besi Beton nian maka hanesan Besi Beton Polos no Besi Beton Ulir.

1.4.2 Objetivu espesífiku

Objetivu espesífiku husi aktividade ida ne'e maka:

- Utiliza *Universal Testing Machine* (UTM) hodi hatene propriedade mekánika iha Besi Beton.
- Atu hatene Besi Beton nia valor *tensile strength*, *yield strength*, *elongation* no diámetru nia efetivu husi Besi Beton Polos no Besi Beton Ulir.
- Verifika rezultadu teste ho padraun SNI.

1.5 Benefisiariu

Benefisiariu husi aktividade peskiza ida ne'e maka hanesan tuir mai:

- Atu fasilita informasaun *tensile strength (ultimate strength)* ba Unidade Avaliasaun Projecto (UAP) hodi bele kompleta sira nia servisu ho diak.
- Atu fasilita informasaun ba Loja nain sira (A, B, C) kondisaun ka qualidade Besi Beton ne'ebé maka sira fa'an.

- Nudar matan dalan ida ba UEDC atu bele halo peskiza klean liu tan kona ba Besi beton no peskiza tipu Besi sira seluk.
- Nudar informasaun sientífiku ba Faculdade Engenharia Ciencia e Tecnologia - Universidade Nasional Timor Lorosa'e (FECT-UNTL).

KAPÍTULU II - REVIZAUN LITERATURA

2.1 Introdusaun jeral kona-bá *steel bar*

Steel bar komunmente ema hotu koñese hanesan 'Besi Beton' nu'udar *steel frame* (rangka/armasaun) ne'ebé uza hodi haforsa estrutura konkretu iha konstrusaun sira. Besi Beton aumenta rezisténsia ba konkretu nia flexaun, hodi nune'e konkretu reziste kontra karga estátika no dinámika. Karik la iha Besi Beton maka konstrusaun/edifísiu sei fasilmente nakfera bainhira hetan xoke ki'ik oan ruma husi veíku ka bele mós fasilmente tohar bainhira rai nakdoko (RMN Rohman, 2021, Sarmento, 2022)

2.1.1 Tipu husi *steel bar*

1. *Mild steel plain bars*: ho kamada liur ne'ebé kabir no nia *tensile yield strength* ki'ik. tipu ida ne'e uza frekuentemente iha konstrusaun sira ho estrutura ki'ik ne'ebé la rekere rezisténsia maka'as husi *steel*.
2. *Hot rolled deformed bar*: tipu ida ne'e maka dala barak uza liu iha estrutura *Reinforced Cement Concrete* (RCC), ho *tensile strength* ne'ebé bo'ot, nune'e, adekua ba tipu konstrusaun hotu-hotu. Liu husi prosesu laminasaun (*hot rolling*) iha fabrikasaun ba
3. Tipu refere ne'ebé lori kriaun deformidade ba nia superfisie ne'ebé, hanaran nervura (*ribs/rusuk*), hodi ajuda kria ligasaun armazenamentu ho konkretu.
4. *TMT Steel*: tipu ida ne'e antikorozivu, reziste ba rai nakdoko, kamán no fáil atu monta.
5. *Cold worked steel bars*: tipu ida ne'e nu'udar tipu seluk husi *reinforced steel* ne'ebé obtén liu husi *hot-rolled bars*. Iha prosesu ida ne'e, *hot-rolled bars* submete ba prosesu *cold-worked*. Iha prosesu *cold working* ne'ebé realiza iha temperatura ambiente, *bar* ka besi lolon sira sei hetan torsaun no dada, nune'e reduz *steel* nia dutilidade.
6. *Prestressing steel bars*: tipu ida ne'e bazeiada ho teknolojia ne'ebé diferente husi tipu sira seluk. Iha ne'e, *bar* sira halo modelu hanesan tali, ne'ebé maka kuandu implanta hamutuk iha *frame* konstrusaun nian, hamosu asaun *prestressing* (RMN Rohman, 2021, Sarmento, 2022)

2.2 Konseitu no definisaun teste *tensile*

Teste *tensile* bele uza hodi determina propriedade mekánika oin-oin hanesan *stiffness*, *strength*, *hardness*, *ductility* no *toughness*. Propriedade material hirak ne'e importante iha *design* ka projetu ida (Callister et al., 2014) no, oinsá material nia komportamentu ka hahalok bainhira hasoru karga (Yalcin, 2021). Bain-bain, iha teste *tensile*, amostra sei hetan dada to'o pontu ne'ebé nia kotu hodi determina *ultimate tensile strength* husi amostra ne'e rasik. Durante teste, sei sura hotu kuantidade forsa ne'ebé aplika ba amostra no amostra nia *elongation*. Material sira nia propriedade espresa frekuentemente ho termu **stress** (σ) no **strain** (ϵ). Atu hetan valor **stress** maka medisaun forsa divide ba area husi amostra nia *cross sectional*

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{Ek. 1})$$

no **strain** nia medida hetan husi amostra nia mudansa komprimentu divide ba komprimentu inisial

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (\text{Ek. 2})$$

Ezemplu husi kurva **stress-strain** kona-bá *engineering-alloy* ne'ebé típika hanesan hatudu iha figura 1 ne'ebé determina propriedade importante sira hanesan *elastic modulus*, *yield strength*, *ultimate tensile strength*, no *fracture strain*.

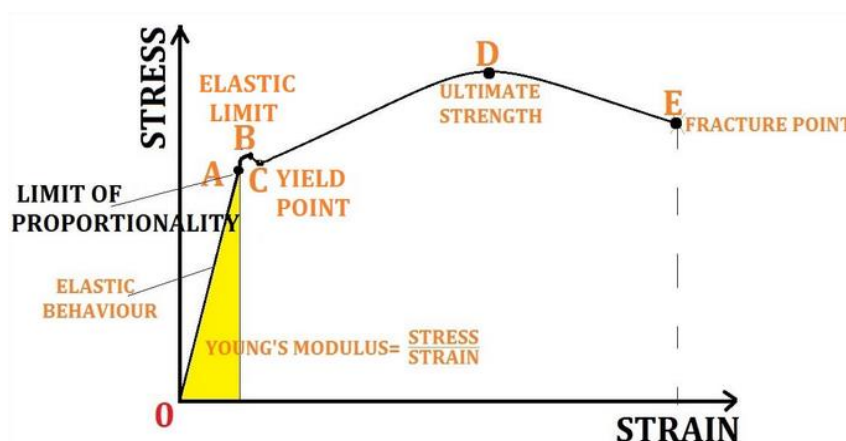


Fig. 1: Kurva **stress-strain** (Kumar, n.d.)

Rezultadu husi diagrama ka kurva **stress-strain** fó indikasaun direta ba material sira nia propriedade. Iha parte **O-A** ne'ebé hatudu iha gráfiku fig. 1 ho liña rekta katak **stress** proporsional ho **strain** no material refere obedese ba lei Hooke

$$\sigma = E\epsilon \dots\dots\dots (\text{Ek. 3})$$

Valor **stress** iha pontu **A** hanaran *proportional limit*, tamba liu ona husi pontu ida ne'e maka material nia komportamentu la tuir ona lei Hooke. Proporsionalidade entre **stress** no **strain** sei lakon depois de pontu ida ne'e. Iha pontu **A-B**, **stress** la diretamente proporsional ho **strain** husi material. Observasaun hatudu katak inklinasaun husi gráfiku diminui, **B** koñesidu hanesan *yield point* ka *elastic limit* (limitasaun material nia elastisidade), bainhira material nia elastisidade termina iha pontu ne'e maka tuir fali mai sei akontese deformasaun plástica. *Maximum stress* maka *elastic limit* husi material ida ne'ebé sei bele mantein ka rekopera fali ba nia tamañu orijinal bainhira laiha ona karga. Se karga aumenta liu *elastic limit*, to pontu **C** iha ne'ebá aumenta extensaun ne'ebé real. Entre **B** no **C** material sai plástiku no bainhira karga hasai husi parte ne'e mak material sei la rekopera fali nia tamañu ka medida orijinal. Estensaun ne'ebé labele rekopera depois de karga laiha ona hanaran konjuntu permanente. Karik **stress** aumenta liu pontu **C** maka material sai naruk lalais to iha pontu **D** iha kurva nia parte leten liu, ne'ebé hanaran *ultimate strength* ka *breaking stress*. Fratura ka *breaking point* husi material akontese iha pontu **E**. Liu husi pontu **D**, mesmo que **stress** ki'ik liu tan **C** mós bele estika material to kotu. *Breaking point* ka *fracture point* mak pontu ida ne'ebé material lakon ninia rezisténsia no kotu (**Kumar, n.d., Sarmento, 2022**)

2.2.1 Tensile strength

Ultimate tensile strength (UTS) ne'ebé dalabarak habadak ba *tensile strength* (TS), *ultimate strength*, ka ho ekuasaun

$$s = P/a \text{ ou } \sigma TS = \frac{\text{Tensile load} + 1000}{A} \text{ no } \sigma TS = \frac{P_{max}}{A_0} \dots\dots\dots (\text{Ek. 4})$$

Ekuasaun 4 hatudu:

$$\sigma TS = \text{Ultimate tensile strength (kg/mm}^2\text{)}$$

$$P_{max} = \text{Karga másimu aplikada ba amostra (kN)}$$

$$A = \text{Area (mm}^2\text{)}$$

Atu kalkula área mak uza ekuasaun 5

$$A = 3.14 \times \frac{d^2}{4} \dots\dots\dots (\text{Ek. 5})$$

$$d = \text{diámetru bar nian (mm)}$$

Tensile strength definidu hanesan *stress* katak medida husi forsa por unidade área nian. Ba material não-homogêneo sira bele refere hanesan forsa ida ka forsa por unidade largura nian. Iha sistema Internacional Unidade (SI), nia (TS) unidade maka pascal (Pa) (ou dalabrak ho megapascal (MPa) uza prefixu SI nian ‘mega’); no, bainhira newton ekivale ba pascal maka, ho unidade newton por metru kuadrado (N/m²). Iha nasaun balu hanesan Estados Unidos abitual ne’ebé sira uza maka *pounds per square inch* (lb/in² ou psi).

Material nia *ultimate tensile strength* hanesan propriedade ne’ebé intensiva: nune’e, medida husi amostra la fó impaktu ba nia valór, maibé, depende ba fator sira husi material hanesan preparasaun amostra, deformidade iha superfísie, temperatura husi material no ambiente teste.

2.2.2 *Yield strength*

Material nia propriedade ne’ebé hanaran *yield strength* ka *yield stress* hanesan *stress* korrespondente ba pontu ne’ebé material komesa deforma plastikamente. *yield strength* dalabarak uza hodi determina karga másima admisível iha componente mekániku ida, no reprezenta forsa aplikada ne’ebé la produz deformasaun permanente nia limite superior. Ekuasaun tuir mai maka sei uza hodi sura *yield strength*

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o} \text{ no } \sigma_y = \frac{\text{Yield load} \times 1000}{A} \dots\dots\dots (\text{Ek. 6})$$

Ekuasaun 5 hatudu:

$$\sigma_y = \text{Yield strength (MPa)}$$

$$P_y = \text{Area cross-sectional (mm}^2\text{)}$$

$$A_o = \text{Area orjinal (mm}^2\text{)}$$

2.3 Fratura

Baibain fratura akontese tamba buat tolu: 1). selesaun no prosesamentu material ne'ebé la apropiadu; 2). komponente *design* ne'ebé la adekua; 3). Uza sala komponente. Fratura hanesan resposta ba karegamentu tensile (dada) no iha temperatura ne'ebé relativamente ki'ik bele akontese ho mode ductile ka brittle. Ductile nia fratura preferidu liu tamba ho razaun sira tuir mai ne'e:

- ✓ bele foti medida preventiva bainhira deformasaun plástica komesa hatudu evidénsia katak fratura besik ona
- ✓ nesesita enerjia maka'as hodi induz fratura *ductile* do que fratura *brittle*

Nakfera iha material *ductile* ita bele dehan estável katak - reziste extensaun sem aumenta *stress* ne'ebé aplika ba. Iha material *brittle*, nakfera sira la estável katak – bainhira nakfera aumenta ka propaga ona dala ida, sei kontinua espontaneamente sem aumenta *stress* nia nível. Fratura *tensile* ne'ebé akontese iha metal *ductile* hatudu karakterístika posível rua:

- ✓ *necking* (redusaun iha área *cross-sectional* husi *specimen* iha karga *tensile* nia okos) iha pontu fratura bainhira dutilidade aas (figura 2. a)
- ✓ bainhira material minus *ductile*, *necking* moderadu deit no nia karakterístika fratura hanesan *cup-and-cone* (figura 2.b)
- ✓ Kona-bá fratura *brittle*, fratura nia superfísie relativamente plana (tesik loos) no perpendicular husi diresaun ne'ebé karga *tensile* aplika ba (figura 2. c).

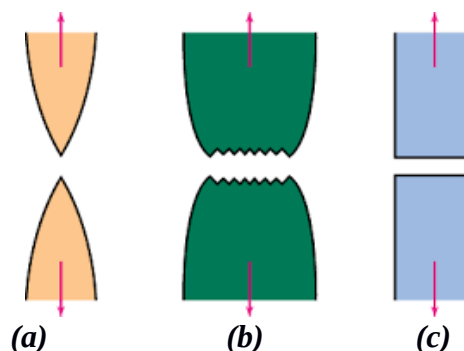


Fig. 2: Mode fratura: (a) Fracture ho *ductile* ne'ebé maka'as hodi halo amostra *necks* tu'un to ba pontu. (b) Fratura ne'ebé minus *ductile* hafoin *necking*. (c) Fratura *brittle* sem deformasaun plástica ruma. (Husi **William D. Callister, Jr, no David G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering*, Ninth Edition p. 288. Copyright © 2011, 2015 John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd; Sarmento, 2022)**

2.4 Hot rolled deformed bar (ulir) no mild steel plain bar (polos) tuir padraun SNI

2.4.1 Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabela 1– Dimensaun *plain concrete reinforcement steel* tuir standard espesifikasaun SNI
2052:2017

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm ²	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

Tabela 2 – Dimensaun *deformed reinforcement bar* tuir standard espesifikasaun SNI 2052:2017

No	Pena- maan	Dia- meter nominal (d)	Luas penam- pang nominal (A)	Tinggi sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membujur (T) Maks	Berat nominal per meter
		mm	mm ²	min	maks	mm	mm	kg/m
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

Nota tabela 2:

- ba *reinforcing steel* ne'ebé laiha *longitudinal fins* (sirip membujur), entaun, *fins* nia altura sei la sura
- maneira atu sura *cross-section* nominal, sirkunferénsia nominal, massa nominal no medida *fins* (sirip) nian mak hanesan tuir mai ne'e:
 - a) *cross-section* nominal (A)

$$A = \frac{0.7854 \times d^2}{100} \quad (\text{cm}^2) \rightarrow \text{arredonda sai algarismu signifikativu 4}$$

$$d = \text{diámetru nominal} \rightarrow \text{arredonda sai algarismu signifikativu 3}$$
 - b) Massa = $0.785 \times A$ (kg/m) $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1
 - c) Distánsia másimu *transverse fin* (sirip melintang) = $0.70 d$ $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1
 - d) *Fin* (sirip) nia altura mínimu = $0.05 d$ $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1
Fin (sirip) nia altura másimu = $0.10 d$ $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1
 - e) Total másimu *longitudinal fins* (sirip membujur) rua = $0.25 K$ $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1
 Sirkunferénsia nominal (K)
 $K = 0.3142 \times d$ (mm) $\rightarrow$ arredonda sai número desimal 1.

Tabela 3 – Dimensaun no toleransia diámetru tuir standard espesifikasaun SNI 2052:2017

No	Diameter (d)	Toleransi (t)	Penyimpangan kebulatan maks (p)
	mm	mm	mm
1	6	$\pm 0,3$	0,42
2	$8 \leq d \leq 14$	$\pm 0,4$	0,56
3	$16 \leq d \leq 25$	$\pm 0,5$	0,70
4	$28 \leq d \leq 34$	$\pm 0,6$	0,84
5	$d \geq 36$	$\pm 0,8$	1,12

Tabela 4 – Tolerancia massa kada *bar* tuir standard espesifikasaun SNI 2052:2017

Diameter nominal (mm)	Toleransi (%)
$6 \leq d \leq 8$	± 7
$10 \leq d \leq 14$	± 6
$16 \leq d \leq 29$	± 5
$d > 29$	± 4

Tabela 5– Propriedade mekánika tuir standard espesifikasaun SNI 2052:2017

Kelas baja tulangan	Uji tarik			Uji lengkung		Rasio TS/YS (Hasil Uji)
	Kuat luluh/leleh (YS)	kuat tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm, Min.	sudut lengkung	diameter pelengkung	
	MPa	MPa	%		mm	
BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ($d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	-
			12 ($d \geq 12$ mm)	180°	5d ($d \geq 19$ mm)	
BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ($d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ($d \geq 13$ mm)	180°	5d ($d \geq 19$ mm)	
BJTS 420A	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	9 ($d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			8 ($22 \leq d \leq 25$ mm)	180°	5d ($19 \leq d \leq 25$ mm)	
			7 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BJTS 420B	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	14 ($d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ($22 \leq d \leq 36$ mm)	180°	5d ($19 \leq d \leq 25$ mm)	
			10 ($d > 36$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BjTS 520	Min. 520 Maks. 645	Min. 650	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BJTS 550	Min. 550 Maks. 675	Min. 687,5	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BJTS 700	Min. 700 Maks. 825	Min. 805	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,15
			6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	

Nota tabela 5:

1. d maka diametru nominal Besi Beton
2. Ba Teste *Bending* (uji lengkung) la bele iha sinal (retak) iha besi lolon liur

KAPÍTULU III - METODOLOJIA PESKIZA

3.1 Fatin peskiza

Aktividade teste Besi beton ida ne'e hala'o iha Hera, laboratóriu departamentu Enjeñaria Mekánika, Faculdade Enjeñaria Siénsia no Teknolojia (FECT), Universidade Nasional Timor Lorosa'e (UNTL).

3.2 Ekipamentus utilizadu

Ekipamentus hirak ne'ebe utiliza ba teste nian hanesan tuir mai ne'e:

Tabela 6 - Ekipamentu no aparellu ne'ebé utiliza ba teste

No	Ekipamentu	Funksaun
Laboratóriu Departamentu Enjeñaria Mekánika - FECT, UNTL		
1	<i>Universal Tensile Machine (UTM)</i> 	Funksaun husi mákina ida ne'e maka atu avalia rezisténsia husi material, liu husi grampu rua ne'ebé mak mákina ne'e iha, sei habit besi beton vertikalmente no dada ho diresaun opostu to'o besi beton kotu.
2	Data logger 	Hanesan dispozitivu eletróniku ne'ebé monitoriza no rejista automatikamente parámetru sira, posibilita kondisaun atu bele halo medisaun, dokumentasaun, analiza no konfirma. Data logger rai informasaun sira ne'ebé simu husi komputadór liu husi sensor ne'ebé nia iha.
3	Metru 	Nia funsaun atu sukat besi beton nia komprimentu ne'ebé dezejável ba esperimentu ida ne'e.

4	Régua metálica 	Nia funsaun atu sukat komprimentu husi parte fízika besi beton nian ne'ebé maka hetan habit husi grampu no hetan alongamentu.
5	Pakímetru dijital 	Nia funsaun atu sukat besi beton nia diámetru <i>grid</i> no nominal.
Agencia Desenvolvimento Nacional, I.P.		
6	Weighter 	Nia funsaun atu tetu besi beton nia todan
7	Gerinder 	Nia funsaun atu tesi besi beton tuir komprimentu ne'ebé dezejável iha esperimentu ida ne'e.
8	Metru 	Nia funsaun atu sukat besi beton nia komprimentu ne'ebé dezejável ba esperimentu ida ne'e.

3.3 Karakterística *Universal Tensile Machine* (UTM)

Universal testing machine (UTM) maka instrumentu ida ne'ebé ho funsaun atu halo teste *tensile*, teste kompressaun no teste *bending* ba material ida hodi evalua nia propriedade no nia kuantidade forsa. Komunmente, mákina ida ne'e uza iha kampu industrial oin-oin hanesan metal, automotivu, peskiza, plástiku, boraxa, kompózitu, textil, adezivu no seluk tan. Alende ne'e

karakterístika husi UTM ne'ebé utiliza iha aktividade ida ne'e ho tipu **Maekawa MRA – 50 – F2** no produsaun iha **MAR, 2018** ho **Serial No. 10491**.

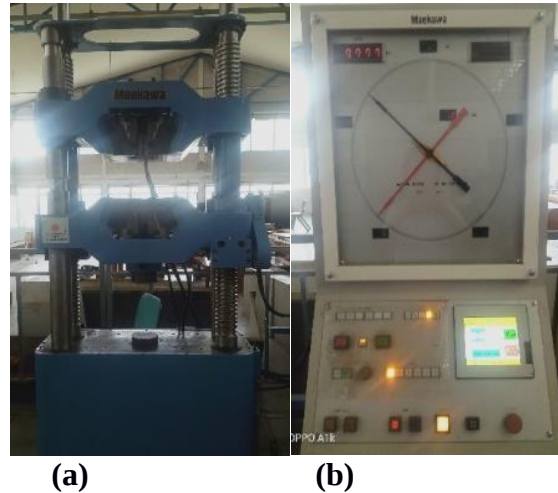


Fig. 3: **(a)** Instrumentu *Universal Testing Machine* (UTM); **(b)** Painél kontrolu kompleta ho parámetru sira.

3.3.1 Prinsípiu servisu *Universal Testing Machine* (UTM) iha métodu teste *tensile* nian

Normalmente, iha métodu ne'e uza material ne'ebé ho tamañu naruk. Maneira husi teste ne'e maka koloka material (specimen) refere ne'ebé atu teste ba parte superior UTM nian, iha kedas *top plate* nia okos, hafoin operadór dulas *handwheel* hodi trava metin material refere ho *holding grips*, no teste bele hahú ona.

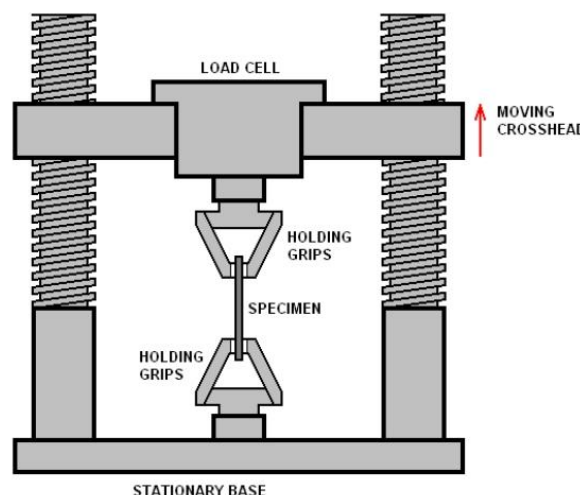


Fig. 4: Prinsípiu servisu UTM iha teste *tensile*.

Tuir prinsípiu iha métodu ida ne'e, UTM sei dada material to kotu. Tuir mai, parámetru sira sei fó sai valór ka dadus *tensile strength* (*ultimate strength*) no *yield strength*, iha momentu

ne'ebé hanesan sensor husi *data logger* ne'ebé liga ba painél kontrolu automatikamente sei akapta no rekorda hotu dados sira. Alende ne'e, ita bele hatene diferença ba material nia komprimentu antes no depois husi teste refere.

3.4 Métopu rekolha dados

Iha aktividade ida ne'e adopta métodu kuantitativu katak informasaun sira sei espressa numerikamente liu husi utiliza formula sira hodi halo kontajen ba dados ne'ebé hetan husi apparatus sira. Hafoin halo justifikasaun no komparasaun ba rezultadu sira ho padraun SNI.

3.4.1 Métopu rekolha dados primária

Iha dados primária nian sei rekolha liu husi esperimentasaun direta utiliza ekipamentu ka aparelu sira ne'ebé mesiona iha tabela 6. Liu husi esperimentasaun ida ne'e sei halo avaliasaun ba material nia diámetru efetivu, *yield strength*, *tensile strength*, no *elongation*.

3.4.2 Métopu rekolha dados sekundária

Iha dados sekundária nian sei rekolha liu husi rezultadu peskiza sira ne'ebé maka semelhante ho tópicu ida ne'e, liu husi asesu ba jornal sientífiku, revista ka artigu sientífiku, semináriu sientífiku sira no relatóriu tékniku sira ne'ebé iha relasaun ho tópicu peskiza ne'e nian.

3.5 Material Besi Beton

Besi Beton Ulir no Polos ho spesifikasaun SNI no JINDAL ne'ebé foti husi Loja A, Loja B no Loja C iha merkadu Timor-Leste sai hanesan amostra iha aktividade identifikasaun ida ne'e.



Fig. 5: Besi Beton ho tipu Ulir no Polos iha merkadu Timor-Leste.

Kada spesifikasaun sei foti amostra tolu husi loja distribuidór tolu iha merkadu Timor-Leste mak hanesan hatudu iha tabela 7.

Tabela 7 - Material husi loja distribuidór sira inklui nia espesifikasaun.

Diametru		Spesifikasaun	Supplier
10mm	Polos	BHS P10 SNI TP 280	Loja A
12mm		HKHK 12 SNI TP 280	
16mm		515 16 SNI TP 24	
10mm	Ulir	HKHK 10 SNI TS 280	
12mm		SNI 13	
13mm		HKHK 13 SNI TS 280	
16mm		SNI 16	
10mm	Polos	BHS P10 SNI TP 280	Loja B
12mm		BHS P12 SNI TP 280	
16mm		PSI 16 SNI TP 24	
10mm	Ulir	SNI S10 MJM TS 280	
12mm		SNI 13	
13mm		CB 13 SNI TS 280	
16mm		SNI 516 MJM TS 280	
10mm	Polos	SNI 10 MJM TP280	Loja C
12mm		MES P12 SNI TP280	
10mm	Ulir	JINDAL√ 10	
12mm		USD 12 300E TS240	
13mm		SNI 13 USD BJTS 420B	
16mm		JINDAL√ 16	
18mm		18"	
20mm		JINDAL√ 20	
22mm		4"22	

3.6 Eskema analiza dados

Prosesu tomak husi analiza dados iha peskiza ida ne'e ne'ebé hetan husi teste *tensile*, husi inísiu to remata maka eskematiza iha karaik ne'e:

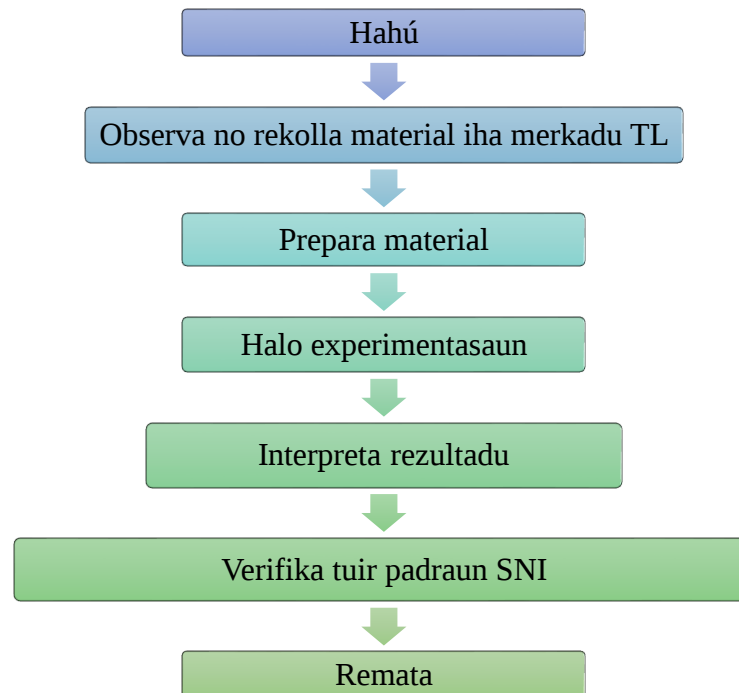


Fig. 6: Eskematizasaun prosesu peskiza.

3.7 Preparasaun ba teste

Hafoin rekolha tiha material, tuir mai sei prepara amostra nia propriedade fízika ne'ebé dezejável ba teste hanesan instrusaun tuir mai ne'e:

- Tesi amostra ho komprimentu 50 cm ba teste nian;
- Tesi amostra ho komprimentu 100 cm ba tetu nia todan;
- Sukat amostra nia diámetru *grid* no nominal;
- Kalkula material nia área.

Hafoin identifika amostra nia propriedade fízika, tuir mai sei submete ba teste hodi hetan nia propriedade mekánika sira hanesan *yield load*, *yield strength (YS)*, *tensile load*, *tensile strength (TS)*, *YS/TS ratio* no *Elongation*.

3.8 Kronograma Aktividade / peskiza

Prazu ka durasaun tempu ba teste ba aktividade refere husi inísiu to remata mak hatudu iha tabela 8.

Tabela 8 - Kronograma Aktividade peskiza

Tarefas	2022									
	Mar	Abr	Maiu	Jun	Jul	Aug	Set	Oct	Nov	Dec
Site Visit										
Rekolha Material										
Teste Material										
Rekolha dados										
Interpreta rezultadu										
Finaliza										
Prepara Relatório										

KAPÍTULU IV - REZULTADU NO DISKUSAUN

4.1 Rezultadu Teste uza UTM

4.1.1 Rezultadu husi Loja A

Diameter (mm) Loja A	Sample	Physical Material							Mechanical Properties					
		Spesifikasi	Length		Weight	Nominal Ø (mm)	Grid Ø (mm)	Area	Yield Load (kN)	Yield Strength (Mpa)	Tensile Load (kN)	Tensile Strength (Mpa)	TS/YS Ratio	Elongation %
			Before Tensile (m)	After Tensile (m)										
10 Polos	1	BHS P10 SNI TP 280	0,50	0,566	0,555	10,06		79,44	26,84	337,84	39,08	491,91	1,46	13,20
	2		0,50	0,564	0,555	9,54		71,44	27,52	385,20	40,92	572,76	1,49	12,80
	3		0,50	0,565	0,580	9,43		69,81	27,36	391,94	39,12	560,41	1,43	13,00
Average					0563	9.68		73.56	27.24	371.66	39.71	541.69	1.46	13,00
12 Polos	1	HKHK 12 SNI TP 280	0,50	0,558	0,865	11,84		110,05	45,68	415,10	70,6	641,55	1,55	11,60
	2		0,50	0,572	0,845	11,6		105,63	44,44	420,72	68,52	648,68	1,54	14,40
	3		0,50	0,561	0,820	11,42		102,38	43,28	422,75	66,88	653,27	1,55	12,20
Average					0,843	11,62		106,02	44,47	419,52	68,67	647,84	1,54	12,73



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



ADN, I.P.

Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

16 Polos	1	515 16 SNI TP 24	0,50	0,545	1,478	16,34		209,59	66,4	316,81	95,8	457,08	1,44	9.00
	2		0,50	0,540	1,508	16,33		209,34	66,3	316,72	97,1	463,85	1,46	8.00
	3		0,50	0,543	1,483	16,33		209,34	68,1	325,32	95,8	457,64	1,41	8.60
Average					1,490	16,33		209,42	66,93	319,61	96,23	459,52	1,44	8.53
10 Ulir	1	HKHK 10 SNI TS 280	0,50	0,562	0,565	9,37	10,74	68,92	28,44	412,65	41,36	600,11	1,45	12,40
	2		0,50	0,559	0,555	9,32	10,80	68,19	28,64	420,02	41,4	607,15	1,45	11,80
	3		0,50	0,56	0,555	9,39	10,82	69,22	26,4	381,42	41,68	602,18	1,58	12,00
Average					0,558	9.36	10.79	68.77	27.83	404.70	41,48	603,15	1,49	12,07
12 Ulir	1	SNI 13	0,50	0,58	0,790	11,26	12,26	99,53	30,84	309,86	46,08	462,98	1,49	15,80
	2		0,50	0,59	0,785	11,28	12,43	99,88	30,64	306,76	45,52	455,74	1,49	17,00
	3		0,50	0,567	0,775	11,22	12,37	98,82	35,24	356,60	52,92	535,51	1,50	13,40
Average					0,783	11,25	12,35	99,41	32,24	324,41	48,17	484,74	1,49	15,40
13 Ulir	1	HKHK 13 SNI TS 280	0,50	0,54	1,014	12,45	14,26	121,68	60	493,11	93,36	767,28	1,56	8,60
	2		0,50	0,53	0,979	12,44	13,98	121,48	59	485,67	92,56	761,93	1,57	6,80
	3		0,50	0,54	0,971	12,45	14,15	121,68	60	493,11	92,72	762,02	1,55	8,60
Average					0.988	12.45	14.13	121.61	59.67	490.63	92.88	763.74	1,56	16.00



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



ADN, I.P.

Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

16 Ulir	1	SNI 16	0,50	0,57	1,484	15,54	17,62	189,57	59	311,23	88,5	466,84	1,50	14,20
	2		0,50	0,57	1,535	16,04	17,83	201,97	62	306,98	90,4	447,60	1,46	14,20
	3		0,50	0,58	1,528	16,16	18,02	205,00	61	297,56	79,3	386,83	1,30	15,60
Average					1,517	15,91	17,82	198,85	60,67	305,26	86,07	433,76	1,42	12,00

4.1.2 Rezultadu husi Loja B

Diameter (mm) Loja B	Sampl e	Physical Material							Mechanical Properties					
		Spesifikasa un	Length		Weight	Nomin al Ø (mm)	Grid Ø (mm)	Area	Yield Load (kN)	Yield Strenght (Mpa)	Tensile Load (kN)	Tensile Strenght (Mpa)	TS/YS Ratio	Elongation %
			Before Tensile (m)	After Tensile (m)										
10 Polos	1	BHS P10 SNI TP 280	0,50	0,566	0,575	10,14		80,71	28,8	356,82	46,12	571,40	1,60	13,20
	2		0,50	0,565	0,58	9,92		77,25	26,76	346,41	45,88	593,92	1,71	13,00
	3		0,50	0,561	0,59	9,84		76,01	27	355,23	44,84	589,94	1,66	12,20
Average					0,582	9,97		77,99	27,52	352,82	45,61	585,09	1,66	12,80
12 Polos	1	BHS P12 SNI TP 280	0,50	0,559	0,845	11,62		105,99	36,24	341,91	56,56	533,61	1,56	11,80
	2		0,50	0,572	0,845	11,62		105,99	41,36	390,21	59,92	565,31	1,45	14,40
	3		0,50	0,57	0,815	11,59		105,45	39,92	378,58	57,76	547,76	1,45	14,00
Average					0,835	11,61		105,81	39,17	370,23	58,08	548,90	1,49	13,40



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



ADN, I.P.

Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

16 Polos	1	PSI 16 SNI TP 24	0,50	0,572	1,483	15,47		187,87	67,3	358,23	108,2	575,94	1,61	14,40
	2		0,50	0,576	1,462	15,5		188,60	69,8	370,10	107,4	569,47	1,54	15,20
	3		0,50	0,568	1,477	15,53		189,33	71	375,01	108,5	573,08	1,53	13,60
Average					1,474	15,50		188,60	69,37	367,78	108,03	572,83	1,56	14,40
10 Ulir	1	SNI S10 MJM TS 280	0,50	0,566	0,62	9,08	10,33	64,72	29,24	451,79	41,28	637,82	1,41	13,20
	2		0,50	0,579	0,62	10,65	11,46	89,04	27,36	307,29	37,56	421,85	1,37	15,80
	3		0,50	0,576	0,56	10,12	11,2	80,40	26,84	333,85	37,68	468,68	1,40	15,20
Average					0,600	9,95	11,00	78,05	27,81	364,31	38,84	509,45	1,40	14,73
12 Ulir	1	SNI 13	0,50	0,58	0,775	11,83	13,23	109,86	35,2	320,41	51,68	470,42	1,47	15,80
	2		0,50	0,58	0,800	11,69	13,29	107,28	33,8	315,08	50,48	470,57	1,49	16,00
	3		0,50	0,58	0,785	11,80	13,26	109,30	33,08	302,64	49,84	455,98	1,51	15,80
Average					0,787	11,77	13,26	108,81	34,03	312,71	50,67	465,65	1,49	15,87
13 Ulir	1	CB 13 SNI TS 280	0,50	0,56	0,969	12,43	13,06	121,29	51,30	422,97	72,50	597,76	1,41	12,00
	2		0,50	0,58	0,679	12,24	13,35	117,61	51,50	437,90	73,00	620,71	1,42	15,20



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

	3		0,50	0,57	0,968	12,36	13,48	119,92	51,10	426,10	73,00	608,72	1,43	13,60
Average					0,972	12,34	13,30	119,61	51,30	428,99	72,83	609,06	1,42	13,60
16 Ulir	1	SNI 516 MJM TS 280	0,50	0,573	1,482	15,35	16,64	184,96	75,4	407,65	113,5	613,63	1,51	14,80
	2		0,50	0,574	1,465	15,25	16,17	182,56	70,6	386,72	111,4	610,21	1,58	14,60
	3		0,50	0,573	1,493	15,28	16,34	183,28	75	409,21	113,5	619,27	1,51	14,80
Average					1,480	15,29	16,38	183,60	73,67	401,19	112,80	614,37	1,53	14,67

4.1.3 Rezultadu husi Loja C

Diameter (mm) Loja C	Sample	Physical Material							Mechanical Properties					
		Spesifikas un	Length		Weight	Nomin al Ø (mm)	Grid Ø (mm)	Area	Yield Load (kN)	Yield Strenght (Mpa)	Tensile Load (kN)	Tensile Strenght (Mpa)	TS/YS Ratio	Elongation %
			Before Tensile (m)	After Tensile (m)										
10 Polos	1	SNI 10 MJM TP280	0,50	0,562	0,564	9,35		68,63	32,52	473,87	47,52	692,44	1,46	12,40
	2		0,50	0,553	0,535	9,01		63,73	30,84	483,94	48,36	758,87	1,57	10,60
	3		0,50	0,553	0,562	9,26		67,31	32,64	484,91	47,32	703,00	1,45	10,60
Average					0,553	9,21		66,55	32,00	480,91	46,80	703,40	1,46	11,20
12 Polos	1	MES P12 SNI TP280	0,50	0,560	0,821	11,22		98,82	46,16	467,10	64,84	656,13	1,40	12,00
	2		0,50	0,567	0,812	11,05		95,85	42,04	438,60	64,08	668,54	1,52	13,40
	3		0,50	0,566	0,832	11,23		99,00	42,28	427,08	65,56	662,23	1,55	12,00
Average					0,822	11,17		97,89	43,49	444,26	64,83	662,30	1,49	12,87
10 Ulir	1	JINDAL√ 10	0,50	0,54	0,604	9,92	11,02	77,25	47,68	617,22	54,32	703,18	1,14	7,20



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



ADN, I.P.

Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

	2		0,50	0,53	0,607	9,81	11,11	75,55	44,84	593,55	52,32	692,56	1,17	6,80
	3		0,50	0,53	0,601	10,06	11,05	79,44	44,92	565,42	54,92	691,30	1,22	5,60
Average					0,604	9,93	11,06	77,41	45,81	592,07	53,85	695,68	1,18	6,53
12 Ulir	1	USD 12 300E TS240	0,50	0,52	0,858	11,57	13,10	105,08	58	551,94	75,96	722,85	1,31	4,48
	2		0,50	0,55	0,836	11,70	13,28	107,46	57	530,44	75,52	702,78	1,32	9,56
	3		0,50	0,52	0,854	11,59	13,12	105,45	57	540,55	75,36	714,67	1,32	4,57
Average					0,849	11,62	13,17	105,99	57,33	540,97	75,61	713,43	1,32	6,20
13 Ulir	1	SNI 13 USD BJTS 420B	0,50	0,54	0,969	12,29	14,30	118,57	62,00	522,90	79,9	673,87	1,29	8,77
	2		0,50	0,55	0,989	12,29	14,28	118,57	61,00	514,47	78,5	662,06	1,29	10,73
	3		0,50	0,54	0,990	12,19	14,27	116,65	64,00	548,66	80,8	692,68	1,26	7,87
Average					0,983	12,26	14,28	117,93	62,33	528,67	79,73	676,20	1,28	9,12
16 Ulir	1	JINDAL√ 16	0,50	0,55	1,545	15,53	17,18	189,33	112	591,57	129,6	684,53	1,16	9,99
	2		0,50	0,55	1,567	15,62	17,55	191,53	117	610,88	136,9	714,78	1,17	9,38
	3		0,50	0,56	1,563	15,62	17,72	191,53	113	589,99	130,7	682,41	1,16	12,99
Average					1,558	15,59	17,48	190,80	114	597,48	132,4	693,90	1,16	10,78



MINISTÉRIO DO PLANO
E ORDENAMENTO
VIII GOVERNO CONSTITUCIONAL



ADN, I.P.

Agência de
Desenvolvimento
Nacional, Instituto Público

18 Ulir	1	18'''	0,50	0,544	1,944	17,24	20,49	233,32	142	608,62	165,3	708,48	1,16	8,80
	2		0,50	0,543	1,938	17,13	20,23	230,35	140	607,78	162,1	703,72	1,16	8,60
	3		0,50	0,541	1,937	17,19	20,1	231,96	140	603,54	162,3	699,68	1,16	8,20
Average					1,939	17,19	20,27	231,88	140,67	606,64	163,23	703,96	1,16	8,53
20 Ulir	1	JINDAL√ 20	0,50	0,541	2,412	19,5	21,5	298,50	177,8	595,65	205,4	688,12	1,16	8,20
	2		0,50	0,548	2,414	19,56	21,54	300,34	166,8	555,38	198,8	661,9254	1,19	9,60
	3		0,50	0,543	2,431	19,59	21,69	301,26	171,8	570,28	203,2	674,51	1,18	8,60
Average					2,419	19,55	21,58	300,03	172,13	573,77	202,47	674,85	1,18	8,80
22 Ulir	1	4'''22	0,50	0,57	2,924	21,36	25,16	358,16	167,2	466,84	229,2	639,94	1,37	14,00
	2		0,50	0,575	2,895	21,21	25,09	353,14	159,4	451,37	228,8	647,90	1,44	15,00
	3		0,50	0,568	2,874	21,21	24,45	353,14	165,4	468,37	229,2	649,03	1,39	13,60
Average					2,897	21,26	24,90	354,81	164,0	462,19	229,07	645,62	1,40	14,20

Liu husi teste UTM rezultadu nebe hatudu iha tabela leten, laos deit identifika TS, maibe identifika mos amostra nia YS no *Elongation*. Husi amostra tolu ba spesifikasaun besi beton ida, resulta *average* ba kada besi beton ne'ebe sei uza valor refere atu halo komparasaun ho padraun SNI. Rezultadu husi loja tolu ne'e iha diferensia oituan, diferensa refere mosu tamba diametru besi beton hanesan maibe spesifikasaun la hanesan.

4.2 Identifikasaun *Tensile Strength*, *Yield Strength* no *Elongation* tuir Padraun SNI

4.2.1 Valor *Average TS*, *YS* no *Elongation* husi Loja A

Diameter (mm) Loja A	Resultadu Teste				Padraun SNI				OBS. (Tuir Padraun SNI)
	Spesifikasaun	Yield Strenght (Mpa)	Tensile Strenght (Mpa)	Elongation %	Kelas Baja Tulangan	Kuat Leleh/ Yield Strenght	Kuat Tarik/ Tensile Strenght	Regangan minimum/ Elongation	
10 Polos	BHS P10 SNI TP 280	371.66	541.69	13,00	BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ($d \leq 10\text{mm}$) 12 ($d \geq 12\text{mm}$)	✓
12 Polos	HKHK 12 SNI TP 280	419,52	647,84	12,73					✓
16 Polos	515 16 SNI TP 24	319,61	459,52	8.53					✓
10 Ulir	HKHK 10 SNI TS 280	404.70	603,15	12,07	BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ($d \leq 12\text{mm}$) 12 ($d \geq 13\text{mm}$)	✓
12 Ulir	SNI 13	324,41	484,74	15,40					✓
13 Ulir	HKHK 13 SNI TS 280	490,63	763,74	16,00					✓
16 Ulir	SNI 16	305,26	433,76	12,00					✓

4.2.2 Valor Average TS, YS no Elongation husi Loja B

Diame- ter (mm) Loja B	Resultadu Teste				Padraun SNI				OBS. (Tuir Padraun SNI)
	Spesifikasaun	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elong- ation (%)	Kelas Baja Tulang an	Kuat Leleh/ Yield Strenght	Kuat Tarik/ Tensile Strenght	Regangan minimum/Elo- ngation	
10 Polos	BHS P10 SNI TP 280	352,82	585,09	12,80	BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d≤ 10mm) 12 (d≥12mm)	✓
12 Polos	BHS P12 SNI TP 280	370,23	548,90	13,40					✓
16 Polos	PSI 16 SNI TP 24	367,78	572,83	14,40					✓
10 Ulir	SNI S10 MJM TS 280	364,31	509,45	14,73	BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d≤ 12mm) 12 (d≥13mm)	✓
12 Ulir	SNI 13	312,71	465,65	15,87					✓
13 Ulir	CB 13 SNI TS 280	428,99	609,06	13,60					✓
16 Ulir	SNI 516 MJM TS 280	401,19	614,37	14,67					✓

4.2.3 Valor Average TS, YS no Elongation husi Loja C

Diameter (mm) Loja C	Resultadu Teste				Padraun SNI				OBS. (Tuir Padraun SNI)
	Spesifikasaun	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation %	Kelas Baja Tulangan	Kuat Leleh/ Yield Strength	Kuat Tarik/ Tensile Strength	Regangan minimum/Elongation	
10 Polos	SNI 10 MJM TP280	480,91	703,40	11,20	BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d≤ 10mm) 12 (d≥12mm)	✓
12 Polos	MES P12 SNI TP280	444,26	662,30	12,87					✓
10 Rebar	JINDAL√ 10	592,07	695,68	6,53	BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d≤ 12mm) 12 (d≥13mm)	✓
12 Ulir	USD 12 300E TS240	540,97	713,43	6,20					✓
13 Ulir	SNI 13 USD BJTS 420B	528,67	676,20	9,12					✓
16 Ulir	JINDAL√ 16	597,48	693,90	10,78					✓
18 Ulir	18"	606,64	703,96	8,53	BjTS 420A	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	9 (d≤ 19mm) 8 (22≤d≤25mm) 7 (d≥ 29mm)	✓
20 Ulir	JINDAL√ 20	573,77	674,85	8,80					✓
22 Rebar	4"22	462,19	645,62	14,20					✓

Identifikasaun *Tensile strength*, ba total amostra 22 material Besi beton hirak ne'e tuir hotu padraun SNI. Husi rezultadu ne'e mos hetan informasaun ba *Yield Strength* no *Elongation* ne'ebé tuir hotu padraun refere, infelizmente rezultadu *Elongation* ba spesifikasaun **JINDAL√ 10**, **USD 12 300E TS240**, no **SNI 13 USD BJTS 420B** husi Loja C maka ki'ik liu husi valor 11% no 12%.

KAPÍTULU V - KONKLUSAUN NO REKOMENDASAUN

5.1 Konklusaun

Liu husi aktividade ida ne'e, hakarak konklui katak identifikasaun ba *Tensile Strenght (TS)* Besi beton Polos no Ulir lao diak no sucessu. Iha parte seluk, ekipa mos konsege identifika *Yield Strenght* no *Elongation* ba amostra hirak ne'e, ne'ebé hanesan adisional informasaun ba determinasaun kualidade Besi beton. Maske Loja A, Loja B no Loja C la fornese sertifikadu kualidade material Besi beton, maibe husi teste ida ne'e hatudu katak Besi beton polos no ulir husi Loja nain tolu refere ne'e tuir duni padraun SNI.

5.2 Rekomendasaun

Teste ida ne'e rasik la suficiente atu determina kualidade material Besi beton, ho ida ne'e UEDC rekomenda atu identifika no halo teste sira seluk maka hanesan, *bending* test no *torsion* test. Alemde ida ne'e rekomenda mos intituisaun relevante sira atu halo monitorizasaun regular no fo atensaun ba loja nain sira ne'ebé fa'an material konstrusaun sivil atu iha lisensa ga sertifikadu ba produktu marka SNI ou produktu husi marka sira seluk.

BIBLIOGRAFIA

- BSN (2017). SNI 2052:2017 *BAJA TULANGAN BETON*
- Melinda A. da S. Sarmiento (2022) *Evaluaun Kualidade Steel Reinforce Bar ho Marka SNI no Jindal iha Merkadu Timor-Leste.*
- RMN Rohman (2021). *BAB II TINJAUAN PUSTAKA.*
<http://portaluniversitasquality.ac.id:55555/201/4/BAB%20II.pdf>
- William D. Callister, Jr., and David G. Rethwisch (2014). *Materials Science and Engineering*, Ninth Edition, p. 209, 210, 288, 321. Copyright © 2011,2015 John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd
- Debiz Yalcin. (2021). *Tensile Testing Concepts & Definitions.*
https://www.researchgate.net/publication/351392014_Tensile_Testing_Concepts_Definitions